

Министерство образования и науки Российской Федерации
федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Школа Инженерная школа природных ресурсов

Направление подготовки 18.03.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии

Отделение школы (НОЦ) химической инженерии

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

Тема работы
Компаундирование компонентов высокооктановых бензинов

УДК 665.73.035.3.063.8

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2КМ61	Солопова Анастасия Александровна		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Долганов Игорь Михайлович	кандидат технических наук		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Криницына Зоя Васильевна	кандидат технических наук		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Авдеева Ирина Ивановна			

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Самборская Марина Анатольевна	кандидат технических наук		

Томск – 2018 г.

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ООП

Код результата	Результат образовательной деятельности
<i>Профессиональные компетенции</i>	
P1	Применять глубокие, математические, естественнонаучные, социально-экономические и профессиональные знания в области энерго- и ресурсосберегающих процессов химической технологии, нефтехимии и биотехнологии в профессиональной деятельности.
P2	Ставить и решать инновационные задачи производственного анализа, связанные с созданием и переработкой материалов с использованием моделирования объектов и процессов химической технологии, нефтехимии и биотехнологии с учетом минимизации антропогенного воздействия на окружающую среду.
P3	Проводить теоретические и экспериментальные исследования в области разработки и оптимизации технологических процессов и систем с позиции энерго- и ресурсосбережения.
P4	Применять современные коммуникативные технологии в том числе на иностранном (-ых) языке (-ах) для академического и профессионального взаимодействия
P5	Внедрять и эксплуатировать современное высокотехнологичное оборудование, обеспечивать его высокую эффективность, соблюдать правила охраны здоровья и безопасности труда на производстве, выполнять требования по защите окружающей среды.
<i>Общекультурные компетенции</i>	
P6	Демонстрировать глубокие знания социальных, этических и культурных аспектов инновационной профессиональной деятельности.
P7	Самостоятельно учиться и непрерывно повышать квалификацию в течение всего периода профессиональной деятельности.
P8	Активно владеть иностранным языком на уровне, позволяющем работать в иноязычной среде, разрабатывать документацию, презентовать результаты профессиональной деятельности.
P9	Эффективно работать индивидуально и в коллективе, демонстрировать ответственность за результаты работы и готовность следовать корпоративной культуре организации.

Министерство образования и науки Российской Федерации
федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Школа Инженерная школа природных ресурсов

Направление подготовки 18.03.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии

Отделение школы (НОЦ) химической инженерии

УТВЕРЖДАЮ:
Руководитель ООП

(Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Магистерской диссертации
(бакалаврской работы, дипломного проекта/работы, магистерской диссертации)

Студенту:

Группа	ФИО
2КМ61	Солоповой Анастасии Александровне

Тема работы:

Компаундирование компонентов высокооктановых бензинов	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	13.03.2018 №1651/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:

--	--

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

<p>Исходные данные к работе (наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</p>	<p>Объект исследования – процесс компаундирования товарных бензинов. Оптимизация процесса компаундирования путем разработки оптимальной рецептуры топлива с помощью программы «Compounding». Расчет смесителя. Компоненты, поступающие на смешение, представляют собой продукты первичных и вторичных процессов переработки нефти. Качество товарных бензинов регламентируется ГОСТ Р 51866-2002.</p>
<p>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов (аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</p>	<p>1 Литературный обзор 1.1 Компаундирование товарных бензинов 1.1.1 Основные эксплуатационные свойства бензинов 1.1.2 Компоненты автомобильных бензинов, их получение и свойства 1.1.3 Присадки и добавки 1.1.4 Требования, предъявляемые к характеристикам автомобильного бензина</p>

	1.1.5 Технология смешения 2 Объект и методы исследования 2.1 Математическое моделирование процесса компаундирования бензинов 2.2 Компьютерная моделирующая система 3 Расчеты и аналитика 3.1 Исследование рецептур 4 Результаты разработки 4.1 Календарное планирование 4.1.1 Варианты приготовления бензинов 4.1.2 Влияние изменения состава потоков 5 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение 6 Социальная ответственность
Перечень графического материала <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i>	
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы <i>(с указанием разделов)</i>	
Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Криницына Зоя Васильевна, к.т.н., доцент
Социальная ответственность	Авдеева Ирина Ивановна, ассистент
Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:	
1. Литературный обзор	

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	
---	--

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Долганов Игорь Михайлович	к.т.н		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2KM61	Солопова Анастасия Александровна		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Студенту:

Группа	ФИО
2КМ61	Солоповой Анастасии Александровне

Школа	ИШПР	Отделение	ОХИ
Уровень образования	Магистратура	Направление/специальность	14.08.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии

Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:

1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	Работа с информацией, представленной в российских и иностранных научных публикациях, аналитических материалах, статистических бюллетенях и изданиях, нормативно-правовых документах
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Оценка коммерческого и инновационного потенциала НТИ	Потенциальные потребители результатов исследования Анализ конкурентных технических решений SWOT-анализ
2. Разработка устава научно-технического проекта	Разработка графика проведения научного исследования
3. Планирование процесса управления НТИ: структура и график проведения, бюджет, риски и организация закупок	Структура работ в рамках научного исследования Определение трудоемкости выполнения работ Бюджет научно-технического исследования
4. Определение ресурсной, финансовой, экономической эффективности	Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта

Перечень графического материала(с точным указанием обязательных чертежей):

1. Сегментирование рынка	
2. Матрица SWOT	
3. График проведения и бюджет НТИ	
4. Оценка ресурсной, финансовой и экономической эффективности НТИ	

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	
--	--

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ДоцентОСГН	Криницына Зоя Васильевна	к.т.н., доцент		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2КМ61	Солопова Анастасия Александровна		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
2KM61	Солоповой Анастасии Александровне

Школа	ИШПР	Отделение	ОХИ
Уровень образования	Магистратура	Направление/специальность	18. 03.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения.	<p>Объект исследования – технология компаундирования товарных бензинов;</p> <p>Рабочая зона – компьютерный класс, технологическая зона;</p> <p>Область применения – нефтеперерабатывающая промышленность.</p>
---	--

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

<p>1. Производственная безопасность</p> <p>1.1. Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности:</p> <ul style="list-style-type: none"> - физико-химическая природа вредности, её связь с разрабатываемой темой; - действие фактора на организм человека; - приведение допустимых норм с необходимой размерностью (со ссылкой на соответствующий нормативно-технический документ); - предлагаемые средства защиты (сначала коллективной защиты, затем – индивидуальные защитные средства) 	<p><i>Выявление вредных факторов при эксплуатации объекта исследования:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - вредные вещества, физико-химическая природа вредности веществ и их связь с разрабатываемой темой, действие вредных веществ на организм; - производственный шум; - вибрация; - освещение; - метеоусловия; <p><i>предлагаемые средства защиты для работы на установке компаундирования: (коллективная защита – шумоизолирующие конструкции, индивидуальные средства защиты – костюм, ботинки, перчатки, каска, очки защитные, маска).</i></p> <p><i>При разработке научного исследования:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - шум; - микроклимат; - электромагнитное излучение; - освещение; - психофизические факторы (эмоциональное напряжение, перенапряжение глаз, умственное напряжение, физические статические перегрузки).
<p>1.2. Анализ выявленных опасных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности:</p> <ul style="list-style-type: none"> - механические опасности (источники, средства защиты); - термические опасности (источники, средства защиты); - электробезопасность (в т.ч. статическое 	<p><i>Выявление опасных факторов при эксплуатации объекта исследования:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - движущиеся механизмы и агрегаты. <p><i>Выявление опасных факторов при разработке научного исследования:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - электробезопасность на рабочем месте (напряжение в электрической цепи, короткое замыкание, статическое

<p>электричество, молниезащита – источники, средства защиты);</p> <p>- пожаро- и взрывобезопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения)</p>	<p>электричество).</p>
<p>2.Экологическая безопасность:</p> <p>- защита селитебной зоны</p> <p>- анализ воздействия объекта на атмосферу (выбросы);</p> <p>- анализ воздействия объекта на гидросферу (сбросы);</p> <p>- анализ воздействия объекта на литосферу (отходы);</p> <p>- разработать решения по обеспечению экологической безопасности со ссылками на НТД по охране окружающей среды.</p>	<p><i>Анализ негативного воздействия на окружающую среду работы установки компаундирования;</i></p> <p><i>Анализ негативного воздействия на окружающую среду при работе за ПЭВМ (утилизация люминесцентных ламп, макулатуры, пластика);</i></p> <p><i>Анализ решений по обеспечению экологической безопасности.</i></p>
<p>3.Безопасность в чрезвычайных ситуациях:</p> <p>- перечень возможных ЧС на объекте;</p> <p>- выбор наиболее типичной ЧС;</p> <p>- разработка превентивных мер по предупреждению ЧС;</p> <p>- разработка мер по повышению устойчивости объекта к данной ЧС;</p> <p>- разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий</p>	<p><i>Анализ пожаро взрывобезопасности рабочего места.</i></p> <p><i>Перечень возможных ЧС при эксплуатации установки:</i></p> <p><i>- пожар;</i></p> <p><i>- взрыв;</i></p> <p><i>- авария с выбросом химически опасных веществ;</i></p> <p><i>Анализ действий работников при возникновении ЧС;</i></p> <p><i>Разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий.</i></p>
<p>4.Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</p> <p>- специальные (характерные для проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства;</p> <p>- организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны</p>	<p><i>Анализ законодательно-правовой базы в области обеспечения безопасности:</i></p> <p><i>- "Трудовой кодекс Российской Федерации" от 30.12.2001 N 197-ФЗ (ред. от 31.12.2014)</i></p> <p><i>- Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны: технический перерыв, проветривание, полная изоляция от производственных источников шума и вибрации.</i></p> <p><i>Законодательные и нормативные документы по теме:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <i>1. Федеральный закон № 426-ФЗ от 28.12.2013 г.</i> <i>2. СанПиН 2.2.4.584-96.</i> <i>3. ГОСТ 12.1.007-76. ССБТ.</i> <i>4. ГОСТ 12.1.003-83.</i> <i>5. СН 2.2.4/2.1.8.566-96</i> <i>6. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03.</i> <i>7. ГОСТ 12.1.002-84. 11. ГОСТ Р 22.0.01-94.</i> <i>8. ГОСТ 12.0.004-90.</i> <i>9. Федеральный закон № 426-ФЗ от 28.12.2013 г.</i> <i>10. Федеральный закон № 421-ФЗ от 28.12.2013 г.</i> <i>12. Федеральный закон № 123-ФЗ от 22.07.2008 г.</i> <i>12. Конституция Российской Федерации.</i>

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	01.03.2018
--	------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Авдеева Ирина Ивановна			01.03.2018

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2КМ61	Солопова Анастасия Александровна		01.03.2018

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа состоит из 86 страниц, 9 рисунков, 35 таблиц, 38 источников.

Ключевые слова: процесс компаундирования товарных бензинов, смесительное устройство, компьютерная моделирующая система, высокооктановые бензины.

Объектом исследования является процесс компаундирования товарных бензинов.

Цель работы – оптимизация работы установки компаундирования товарных бензинов.

Результаты работы подтвердили целесообразность использования компьютерной моделирующей системы для разработки рецептур смешения высокооктановых бензинов.

В экономической части рассчитана трудоемкость выполненных работ, временные показатели проведения работ, материальные затраты.

Выпускная квалификационная работа выполнена в текстовом редакторе MicrosoftWord 7.0.

ОПРЕДЕЛЕНИЯ, ОБОЗНАЧЕНИЯ, СОКРАЩЕНИЯ, НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ

Нормативные ссылки

В настоящей работе использованы ссылки на следующие стандарты:

ГОСТ Р 51866-2002 (ЕН 228-2004). Топлива моторные. Бензин неэтилированный. Технические условия.

Технический регламент Таможенного союза ТР ТС 013/2011 «О требованиях к автомобильному, авиационному бензину, дизельному и судовому топливу, топливу для реактивных двигателей и топочному мазуту»

Определения

В данной работе приведены следующие термины к определениям:

компаундирование товарных бензинов: Производство товарных бензинов из сырья методом вовлечения в его состав добавок и компонентов в заданных объемах.

октановое число: Эталонный показатель, который характеризует детонационную стойкость исследуемого топлива для двигателей внутреннего сгорания с искровым зажиганием.

детонационная стойкость: Параметр, характеризующий способность топлива противостоять самовоспламенению при сжатии.

давление насыщенных паров: Давление паровой фазы топлива, находящейся в динамическом равновесии с жидкой фазой, измеренное при стандартной температуре и определенном соотношении объемов паровой и жидкой фаз.

Обозначения и сокращения

ОЧ – октановое число

ОЧИ – октановое число по исследовательскому методу

ОЧМ – октановое число по моторному методу

ДНП – давление насыщенных паров

МТБЭ – метил-трет-бутиловый эфир

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	13
1 ЛИТЕРАТУРНЫЙ ОБЗОР	15
1.1 Компаундирование товарных бензинов.....	15
1.1.1 Основные эксплуатационные свойства бензинов.....	16
1.1.2 Компоненты автомобильных бензинов, их получение и свойства	18
1.1.3 Присадки и добавки	22
1.1.4 Требования, предъявляемые к характеристикам автомобильного бензина	25
1.1.5 Технология смешения.....	28
2 ОБЪЕКТ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ.....	
2.1 Математическое моделирование процесса компаундирования бензинов	
2.2 Компьютерная моделирующая система.....	
3 РАСЧЕТЫ И АНАЛИТИКА	
3.1 Исследование рецептур	
4 РЕЗУЛЬТАТЫ РАЗРАБОТКИ.....	
4.1 Календарное планирование.....	
4.1.1 Варианты приготовления бензинов.....	
4.1.2 Влияние изменения состава потоков	
5 ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ.....	31
5.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения.....	32
5.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования	32
5.1.2 Анализ конкурентных технических решений	33
5.1.3 SWOT-анализ.....	34
5.1.4 Оценка готовности проекта к коммерциализации.....	34
5.1.5 Методы коммерциализации результатов научно-технического исследования.....	36
5.2 Инициация проекта	36

5.3 Организационная структура проекта	37
5.3.1 Определение трудоемкости выполнения работ	38
5.3.2 Разработка графика проведения научного исследования	39
5.4 Бюджет научно-технического исследования	41
5.4.1 Расчет материальных затрат научно-технического исследования	41
5.4.2 Основная заработная плата исполнителей темы.....	42
5.4.3 Накладные расходы.....	43
5.5 Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования.....	43
6 СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ.....	46
6.1 Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды.....	47
6.2 Анализ выявленных опасных факторов проектируемой произведённой среды.....	54
6.3 Экологическая безопасность.....	56
6.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях.....	57
6.5 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	59
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	61
СПИСОК ПУБЛИКАЦИЙ	63
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	64
ПРИЛОЖЕНИЕ А	69
ПРИЛОЖЕНИЕ Б.....	84
ПРИЛОЖЕНИЕ В	85
ПРИЛОЖЕНИЕ Г.....	87

ВВЕДЕНИЕ

Формирование как качественных, так и количественных показателей товарных бензинов главным образом происходит на этапе процесса компаундирования. На смешение поступают продукты, которые являются продуктами различных процессов переработки нефти. Они обладают разнообразными свойствами и стоимостями. Необходимо избегать получения некондиционных партий продуктов, поэтому следует соблюдать жесткие нормы качества, предъявляемые к товарным бензинам. Это ведет к увеличению объемов использования дорогостоящих компонентов[1].

Автомобильный бензин – это летучая, легковоспламеняющаяся, жидкая смесь углеводородов, используемая как топливо для двигателей внутреннего сгорания. Обычно бензин имеет плотность около $0,7 - 0,8 \text{ г/см}^3$ и имеет давление насыщенных паров $50 - 100 \text{ кПа}$ в зависимости от сезона и географического положения.

Химический состав бензина сильно варьируется, поскольку желаемые характеристики автомобильного топлива могут различаться в зависимости от марки и компонентов, вовлекаемых в процесс смешения.

Цель работы – оптимизация работы установки компаундирования товарных бензинов.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

1. Проанализировать рецептуры автомобильных бензинов, получаемых на установке компаундирования по данным, полученным с производства, разработать оптимальные рецептуры с точки зрения экономической эффективности.

2. Создать календарный план выпуска продукции в пределах одного периода с учетом объемов потоков, поступающих на смешение и плана выпуска готовой продукции.

3. Определить влияние изменения параметров исходных потоков на получаемый бензин, произвести корректировки рецептуры с учетом изменения состава исходных потоков.

Использование результатов исследования возможно с целью повышения ресурсоэффективности установки компаундирования товарных бензинов.

1 ЛИТЕРАТУРНЫЙ ОБЗОР

1.1 Компаундирование товарных бензинов

Компаундирование бензинов – сложный многостадийный процесс, который является весьма трудозатратным в плане оптимизации, так как имеет следующие отличительные особенности:

- детонационная стойкость не является аддитивным свойством;
- сырьевые потоки, поступающие на смешение, не обладают постоянством состава, и как следствие, необходим постоянный контроль используемой рецептуры и его своевременная корректировка;
- не всегда имеется необходимое для смешения количество сырья.

Несмотря на разнообразие процессов на современном нефтеперерабатывающем заводе, ни один поток не отвечает всем требованиям, предъявляемых к бензину. Таким образом, конечная стадия в производстве бензина – это смешение различных потоков в готовый продукт [2].

В процесс компаундирования вовлекаются следующие компоненты:

- базовые – это носители основных свойств получаемого бензина;
- присадки и добавки – используются для улучшения основных эксплуатационных свойств бензина.

Показатели, которые являются наиболее важными при разработке рецептур товарных бензинов – это октановое число, давление насыщенных паров, а так же содержание таких компонентов, как олефины, сера, бензол и ароматическое углеводороды [6].

При производстве высокооктановых бензинов рецептуры разрабатываются отдельно для каждой партии. Это обусловлено наличием и свойствами имеющихся компонентов и требованиями к целевому продукту.

1.1.1 Основные эксплуатационные свойства бензинов

Наиболее важными эксплуатационными свойствами бензинов являются октановое число, давление насыщенных паров, испаряемость и склонность к образованию отложений [5].

Октановое число

Октановое число – это мера детонационной стойкости бензина, то есть способность бензина сопротивляться самовоспламенению при сжатии в камере сгорания.

Существует два вида октановых чисел: октановое число по исследовательскому (ОЧИ) и моторному (ОЧМ) методам.

Определение октанового числа топлива проводится на стенде, имитирующем работу одноцилиндрового двигателя внутреннего сгорания. Детонационная стойкость не является постоянным параметром, она зависит от условий измерения. Применяются два варианта: мягкий (частота вращения коленвала 600 об/мин, температура 52°C, угол опережения зажигания 13 градусов) и жёсткий (частота вращения коленвала 900 об/мин, температура 149°C, переменный угол опережения зажигания).

Октановое число по исследовательскому методу определяется по ГОСТ 8226-82 и показывает поведение бензина при низкоскоростных условиях и умеренных нагрузках. Октановое число по моторному методу определяется по ГОСТ 511-82 и показывает поведение бензина при высокой скорости и высоких нагрузках, с частичной работой дросселя.

Для бензинов октановое число по исследовательскому методу всегда больше, чем октановое число по моторному методу. Разница между этими значениями указывает на чувствительность бензина к изменениям условий эксплуатации. Чем больше разница, тем более чувствителен бензин.

Однако следует помнить, что октановые числа измеряются в одноцилиндровом лабораторном двигателе, поэтому они не полностью предсказывают поведение бензина в многоцилиндровых двигателях.

Давление насыщенных паров

Что касается бензина, давление насыщенных паров является самой важной характеристикой при холодном запуске двигателя.

При низком давлении насыщенных паров возможны проблемы при запуске двигателя, а при чрезвычайно низком давлении насыщенных паров двигатель может вовсе не запуститься.

Повышенные значения давления насыщенных паров могут привести к возникновению паровых пробок в топливной системе автомобиля.

Согласно Техническому регламенту, давление насыщенных паров бензина в летний период должно составлять 45-80 кПа, в зимний период — 50-100 кПа. Почти все базовые компоненты бензина характеризуются меньшим давлением насыщенных паров, до нормы этот показатель доводится путём добавления н-бутана или изобутана.

Испаряемость

Испаряемость характеризует способность топлива к образованию паровой фазы над поверхностью жидкости и перемещению паров в окружающую среду.

Быстрота испарения зависит от температуры эксплуатации и физико-химических свойств бензинов. Испаряемость бензинов оказывает влияние на легкость пуска двигателя, продолжительность прогрева, а так же устойчивость работы двигателя. Так же испаряемость влияет на полноту сгорания и эффективность применения бензина. Вместе с тем от испаряемости зависят потери бензина при хранении.

Склонность к образованию отложений

При эксплуатации автомобильных бензиновых двигателей отложения могут образовываться в системе подачи топлива, впускном трубопроводе и на стенках камер сгорания. Бензины должны обладать как можно меньшей склонностью к образованию отложений, чтобы обеспечить надежность и долговечность автомобильных двигателей. Химический состав главным

образом оказывает влияние на способность бензинов создавать отложения в двигателе.

Отдельные группы химических соединений образуют отложения в разной мере. Данный процесс главным образом зависит от температурных условий. Отложения, которые образуются при невысоких значениях температуры, значительно отличаются от высокотемпературных отложений по составу, свойствам и их локализации.

1.1.2 Компоненты автомобильных бензинов, их получение и свойства

Автомобильный бензин – это смесь компонентов, которые являются продуктами переработки нефтяного сырья, такой как прямая перегонка нефти, каталитический риформинг, каталитический крекинг и гидрокрекинг вакуумного газойля, изомеризация прямогонных фракций, алкилирование, ароматизация, термический крекинг, висбрекинг и замедленное коксование.

Набор компонентов, входящих в состав определенного бензина, зависит главным образом от его марки, а так же определяется их наличием.

Бензиновые фракции, получаемые с установки атмосферно – вакуумной перегонки, имеют октановое число около 60 единиц. Чтобы поднять октановое число топлива до уровня 92 – 98 единиц, на нефтеперерабатывающем заводе реализуется ряд технологических процессов – это процессы изомеризации, риформинга, крекинга и алкилирования. В качестве сырья для установки изомеризации используется лёгкая прямогонная бензиновая фракция (C5 – C6). В зависимости от применяемой технологии, процесс протекает при температуре от 180 до 410°C в присутствии платиносодержащего катализатора. Изомеризат имеет октановое число более 90 единиц. Он направляется на установку компаундирования для получения товарного топлива. Так как изопарафины обладают достаточно высокими антидетонационными свойствами, они часто используются в качестве высокооктановых компонентов топлив. В основном, после изомеризации на компаундирование отправляется изопентановая

фракция. Смешение изомеризата с другими компонентами товарных бензинов дает возможность понижать содержание в них вредных веществ.

В таблице 1.1 приведен усредненный компонентный состав различных марок бензинов.

Таблица 1.1 – Усредненный компонентный состав бензинов разных марок

Компонент	ОЧИ	Содержание в товарном бензине, %			
		АИ-80	АИ-92	АИ-95	АИ-98
Бензин каталитического риформинга:					
Мягкого режима	91-99	40-80	60-88	-	-
Жесткого режима	91-99	-	40-100	45-90	25-88
Ксилольная фракция	100-108	-	10-30	20-40	20-40
Бензин каталитического крекинга	91-93	20-80	10-85	10-50	10-20
Бензин прямой перегонки	40-76	20-60	10-20	-	-
Алкилбензин	91-94	-	5-20	10-35	15-50
Бутаны+изопентан	88-91	1-7	1-10	1-10	1-10
Газовый бензин	65-75	5-10	5-10	-	-
Толуол	115	-	0-10	8-15	10-15
МТБЭ	115-135	0-8	5-12	10-15	10-15

Парафины имеют свойство легко распадаться и окисляться в присутствии воздуха под действием высокой температуры и давления. При этом происходит образование пероксидов, которые способствуют детонации топлива.

Изопарафины обладают более высокой устойчивостью. Они не успевают образовывать пероксиды, распадаются очень медленно и сгорают. Это задерживает разложение нормальных парафинов.

Тяжёлая бензиновая фракция с установки атмосферно – вакуумной перегонки направляется на установку риформинга. Повышение октанового числа происходит за счёт превращения аренов и нафтенных в ароматические углеводороды. Процесс протекает в присутствии алюмо-платино-рениевого катализатора при температуре 500 – 530°C. Сырьё проходит через 3 –

4 реактора, в которых созданы условия для протекания конкретной реакции. В качестве побочного продукта получается водород, который нужен для установок гидроочистки и гидрокрекинга. Риформат имеет очень высокое октановое число (100 и выше по исследовательскому методу) и является ценным компонентом бензина. Бензины каталитического риформингавысокостабильны при хранении за счет малого содержания серы и практически полного отсутствия олефинов. Однако есть и ряд недостатков: повышенное содержание ароматических углеводородов и неравномерность распределения детонационной стойкости по фракциям. Ароматические углеводороды способствуют образованию нагара в двигателе, поэтому их содержание в готовом топливе не должно превышать 35%. Так же регламентируется содержание бензола в бензине, так как он ядовит, а при сгорании образует ещё более опасные для здоровья вещества.

В ходе реакции крекинга образуется достаточно много газообразных углеводородов, в то время как наибольшая эффективность работы НПЗ достигается при максимальном выходе бензина. Для превращения легких углеводородов (C3 – C4) в компонент бензина используется установка алкилирования. Катализатором реакции служит серная или фтороводородная кислота. Процесс проходит при пониженной температуре (0 – 10°C для сернокислотного алкилирования и 25 – 30°C для фтороводородного алкилирования). Октановое число получаемого продукта — около 95 единиц. В составе алкилата значительная доля приходится на изооктан (2,2,4 – триметилпентан), октановое число которого равно 100, вне зависимости от способа определения (исследовательский или моторный). Это полезное свойство используется для сокращения разницы между ОЧИ и ОЧМ производимого бензина, что повышает его потребительские свойства.

За счет отсутствия диеновых углеводородов в составе бензинов каталитического крекинга, последние считаются химически очень стабильными. По сравнению с бензинами каталитического риформинга, в

бензинах крекинга распределение детонационной стойкости по фракциям является равномерным.

В качестве высокооктанового компонента бензина так же используется метилтретбутиловый эфир (МТБЭ) или его смесь с третбутанолом – фэтерол. Его октановое число по исследовательскому методу — 117 единиц, а октановое число смешения может достигать 135 единиц. Благодаря таким высоким показателям увеличение октанового числа бензина может быть достигнуто путём небольшой добавки МТБЭ. Так же он малотоксичен и способствует более полному сгоранию топлива за счёт содержания кислорода. Несмотря на это, концентрация МТБЭ в бензинах не должна превышать 15%, так как он обладает относительно низкой теплотой сгорания и высокой агрессивностью по отношению к резинам [11, 12].

Таким образом, ароматические углеводороды имеют наибольшую детонационную стойкость, а нормальные парафины – наименьшую. Остальные углеводороды, входящие в состав автомобильных бензинов, занимают промежуточное положение. Для получения бензинов с различной детонационной стойкостью, необходимо варьировать углеводородный состав.

Потоки, используемые при приготовлении автомобильных бензинов представлены в таблице 1.2.

Таблица 1.2 – Потоки процесса компаундирования

Наименование потока	Расшифровка
Риформат Л-35-11/600	Продукт установки каталитического риформинга со стационарным слоем катализатора
Риформат Л-35-11/1000	Продукт установки каталитического риформинга с движущимся слоем катализатора
Алкилбензин	Продукт установки алкилирования изобутана олефинами
Изомеризат Изомалк-2	Поток изомеризата с установки изомеризации «Изомалк-2» с рециклом по н-пентану и н-гексану
Изопентан	Поток изопентановой фракции с ГФУ (газофракционирующая установка)
ГО БКК	Поток гидроочищенного бензина каталитического крекинга
Крекинг КТ-1	Поток бензина каталитического крекинга

Продолжение таблицы 1.2 – Потоки процесса компаундирования

Наименование потока	Расшифровка
Бутан нормальный	Поток нормального бутана с ГФУ (газофракционирующая установка)
Толуол концентрат	Толуольная фракция с комплекса производства ароматических углеводородов
МТБЭ	Поток метил-третбутилового эфира
КРА С-400 Рафинат	Поток рафината комплекса производства ароматических углеводородов
КПА С-100 фр. 62 – 85	Фракция 62-85°С комплекса производства ароматических углеводородов
АВТ-10 фр. нк. – 62	Прямогонная бензиновая фракция НК-62°С с атмосферно-вакуумной трубчатой установки

1.1.3 Присадки и добавки

Присадки и добавки – это растворимые в бензине химические вещества, добавляемые в бензин для улучшения каких-либо характеристик или для обеспечения характеристик, не присущих бензину.

Ингибиторы окисления

Для предотвращения разложения ТЭС и смолообразования в бензины вводят антиокислительные присадки. Для устранения последствий нагарообразования в ряде случаев используют специальные присадки к бензинам, представляющие собой органические соединения фосфора, такие как трикрезолфосфат, трибутилфосфат и алкилборные кислоты и их эфиры. Механизм действия этих присадок в этилированных бензинах заключается в образовании свинцовофосфорных и свинцовоборных соединений, снижающих его температуру воспламенения, что прекращает тление нагретых частиц.

Ингибиторы окисления необходимы практически для всех бензинов, но особенно для тех, которые содержат большое количество олефинов. Пероксиды могут ухудшать антидетонационные свойства, вызывать износ топливного насоса и разрушать детали топливной системы. Растворимые смолы могут привести к отложениям в двигателе, а нерастворимые – засорять топливные фильтры.

Ингибиторы коррозии

Ингибиторами коррозии являются карбоновые кислоты и карбоксилаты. Ингибиторы коррозии помогают предотвратить образование свободной воды в бензине, которая вызывает ржавление и коррозию.

Металлические дезактиваторы

Металлические дезактиваторы являются хелатообразующими агентами, то есть химическими соединениями, которые захватывают специфические ионы металлов. Более активные металлы, такие как медь и цинк, эффективно катализируют окисление бензина, а дезактиваторы металлов ингибируют их каталитическую активность.

Моющие присадки

Моющие присадки используются с целью предупреждения образования и удаления уже образовавшихся отложений во впускной системе двигателя. Моющедисперсирующие присадки так же способствуют снижению образования отложений.

Деэмульгаторы

Деэмульгаторы являются производными полигликоля. Эмульсия представляет собой стабильную смесь двух взаимно нерастворимых веществ. Эмульсия бензина с водой может образовываться при прохождении бензина через высокоскоростное поле центробежного насоса, если бензин содержит свободную воду. Деэмульгаторы улучшают водоотделяющие характеристики бензина, предотвращая образование стабильных эмульсий.

Антидетонационные присадки

Антидетонационные соединения повышают антидетонационные свойства бензина. Поскольку требуется только небольшое количество добавки, использование антидетонационных присадок является более дешевым методом увеличения октанового числа, нежели изменение химического состава бензина.

Антиобледенительные добавки

Антиобледенительные добавки – это поверхностно-активные вещества, спирты и гликоли. Они предотвращают образование льда в топливных системах.

Красители и маркеры

Красители используются для визуального выделения партий, сортов или назначений бензиновых продуктов. Например, бензин для общей авиации, который изготовленный по уникальным строгим требованиям, окрашен в синий цвет, для отличия его от моторного бензина.

Маркировка топлив производится с использованием веществ, не окрашивающих бензин и не мешающих стандартным красителям, при этом легко экстрагирующихся подходящим растворителем, в котором они имеют отчетливые цвета. При этом концентрация данных веществ мала и они не влияют на физико-химические и эксплуатационные свойства топлив.

Антистатические присадки

Антистатические присадки представляют собой высокомолекулярные полимеры, улучшающие характеристики потока текучей среды маловязких нефтепродуктов. Антистатические присадки используются для того, чтобы уменьшить продолжительность слива и налива автомобильных бензинов в ёмкости посредством увеличения скорости этих процессов.

Многофункциональные присадки

Многофункциональные присадки – это комбинация компонентов, имеющих различное назначение. Добавление таких присадок при изготовлении автомобильного бензина обеспечивает необходимые антиобледенительные, антикоррозионные, моющие свойства, а также повышает их химическую стабильность. Многофункциональная присадка включает в себя вещества, обладающие моющими, антикоррозионными, антиокислительными, деэмульгирующими свойствами, а так же маслоноситель. В качестве маслоносителя обычно используется минеральное масло или синтетическая жидкость.

Процесс приготовления бензина дополнительно осложняется нелинейностью воздействия добавок на октановое число смеси. Например, чистый этиловый спирт в малых дозах весьма полезен для повышения октанового числа, но когда его в смеси становится более 5%, то положительный эффект заметно снижается.

1.1.4 Требования, предъявляемые к характеристикам автомобильного бензина

Для повышения потребительских и экологических свойств топлива были разработаны стандарты и регламенты, устанавливающие строгие требования по ряду параметров. На данный момент технические требования к неэтилированным бензинам устанавливают следующие документы: ГОСТ Р 51866-2002 «Топлива моторные. Бензин неэтилированный. Технические условия», который предъявляет требования к классам испаряемости, присадкам и методам испытания бензинов и Технический регламент Таможенного союза ТР ТС 013/2011 «О требованиях к автомобильному, авиационному бензину, дизельному и судовому топливу, топливу для реактивных двигателей и топочному мазуту», согласно которому, бензины, изготавливаемые на заводах, должны удовлетворять таким экологическим требованиям, как содержание серы, бензола, ароматических соединений, олефинов [11,12].

В России выпускаются бензины следующих марок:

- Нормаль (АИ-80);
- Регуляр (АИ-92);
- Премиум (АИ-95);
- Супер (АИ-98).

В таблице 1.3 представлены требования к характеристикам автомобильного бензина согласно Техническому регламенту Таможенного Союза.

Таблица 1.3 – Требования к характеристикам автомобильного бензина согласно Техническому регламенту Таможенного Союза [12]

Характеристика	Единицы измерения	Нормы в отношении класса			
		2	3	4	5
Массовая доля серы, не более	мг/кг	500	150	50	10
Объемная доля бензола, не более	% масс.	5	1		
Концентрация железа, не более	мг/дм3	отсутствие			
Концентрация марганца, не более	мг/дм3	отсутствие			
Концентрация свинца, не более	мг/дм3	отсутствие			
Массовая доля кислорода, не более	% масс.		2,7		
Объемная доля углеводородов, не более:	% масс.				
Ароматических		—	42	35	
Олефиновых		—	18		
Давление паров, не более:	кПа				
В летний период		—	45-80		
В зимний период		—	50-100		
Объемная доля оксигенатов, не более:	% масс.				
Метанола		—	отсутствие		
Этанола		—	5		
Изопропанола		—	10		
Изобутанола		—	10		
Третбуанола		—	7		
Эфиров, содержащих 5 или более атомов углерода в молекуле		—	15		
Других оксигенатов (с Ткип не выше 210 градусов цельсия)		—	10		
Объемная доля монометиланилина, не более	% масс.	1,3	1	1	0

В таблице 1.4 представлены требования, предъявляемые к характеристикам автомобильного бензина по ГОСТ Р 51866-2002.

Таблица 1.4 – Требования к характеристикам автомобильного бензина по ГОСТ Р 51866-2002 [11]

Наименование показателя	Значение
Октановое число, не менее:	
по исследовательскому методу	95,00
по моторному методу	85,00
Концентрация свинца, мг/дм ³ , не более	Отсутствие
Плотность при 15 °С, кг/м ³	720-775
Концентрация серы, мг/кг, не более	
Вид I	150
Вид II	50
Вид III	10
Устойчивость к окислению, мин, не менее	360
Концентрация смол, промытых растворителем, мг на 100 см ³ бензина, не более	5
Коррозия медной пластинки (3 ч при 50 °С), единицы по шкале	Класс 1
Внешний вид	Прозрачный и чистый
Объемная доля углеводородов, %, не более:	
Олефиновых	18
Ароматических	
Вид I	42
вид II	35
Вид III	35
Объемная доля бензола, %, не более	1,0
Массовая доля кислорода, %, не более	2,7
Объемная доля оксигенатов, %, не более:	
Метанола	Отсутствие
Этанола	5
изопропилового спирта	10
изобутилового спирта	10
третбутилового спирта	7
эфиров (C5 и выше)	15
других оксигенатов	10
Объемная доля монометиланилина (N-метиланилина), %, не более:	
Вид I и II	1,0
Вид III	Отсутствие

Необходимость соблюдения экологических норм обусловлено отрицательным воздействием токсических соединений, входящих в состав автомобильных бензинов (таких как бензол, сера и др.), а так же содержащихся в продуктах их сгорания (угарный газ, оксиды азота, альдегиды и др.).

Если потенциальный вред очень высок, то использование вещества запрещается, если умеренный — то ограничивается верхний предел содержания этого вещества в готовом топливе. Например, очень легко поднять октановое число путём добавки тетраэтилсвинца, но современный технический регламент запрещает присутствие в топливе ядовитых свинцовых соединений. Также из-за ядовитости запрещено использование метилового спирта. Недороги и эффективны присадки на основе марганца и железа, но они быстро выводят из строя свечи зажигания. Высокое октановое число имеет бензол, но его пары ядовиты, поэтому содержание бензола в бензине не может превышать 1% [11. 12].

Таким образом, автомобильные бензины должны сочетать в себе высокие потребительские свойства и при этом удовлетворять требованиям экологических стандартов. Данные нюансы существенно усложняют проблему изготовления высокооктановых бензинов.

1.1.5Технология смешения

В настоящее время существуют следующие методы, применяемые для компаундирования товарных бензинов:

- циркуляционный — для приготовления бензинов используются смесительные резервуары;
- приготовление бензинов в аппаратах, оснащенных перемешивающими устройствами;
- смешение непосредственно в трубопроводах.

Чаще всего для производства товарных бензинов путем компаундирования применяется циркуляционный способ смешения [10].

Принципиальная схема циркуляционного смесителя представлена на рисунке 1.1.

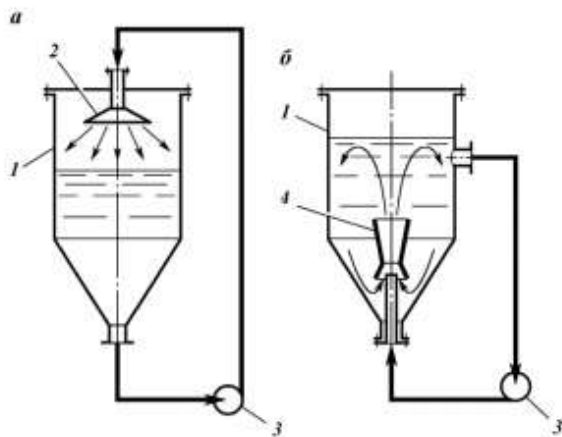


Рисунок 1.1 – Схема циркуляционных смесителей

а) смеситель с циркуляционным насосом; б) смеситель с циркуляционным насосом и эжектором; 1 – емкость, 2 – разбрызгиватель, 3 – циркуляционный насос, 4 – эжектор.

Приготовление товарного бензина при помощи циркуляционного смесителя происходит следующим образом:

- компоненты, вовлекаемые в процесс смешения, поступают с технологических установок в резервуары, находящиеся в парке, где анализируется качество данных продуктов;
- далее рассчитывается рецептура приготовления бензина, из чего определяется расход каждого потока, вовлекаемого в смешение;
- затем сырье в необходимых количествах поступает в смесительный резервуар;
- полученный в резервуаре продукт подвергается многократной циркуляции посредством насоса, пока не достигается однородности состава смеси;
- затем происходит анализ качества полученного бензина.

Примерная схема компаундирования товарных бензинов представлена на рисунке 1.2.

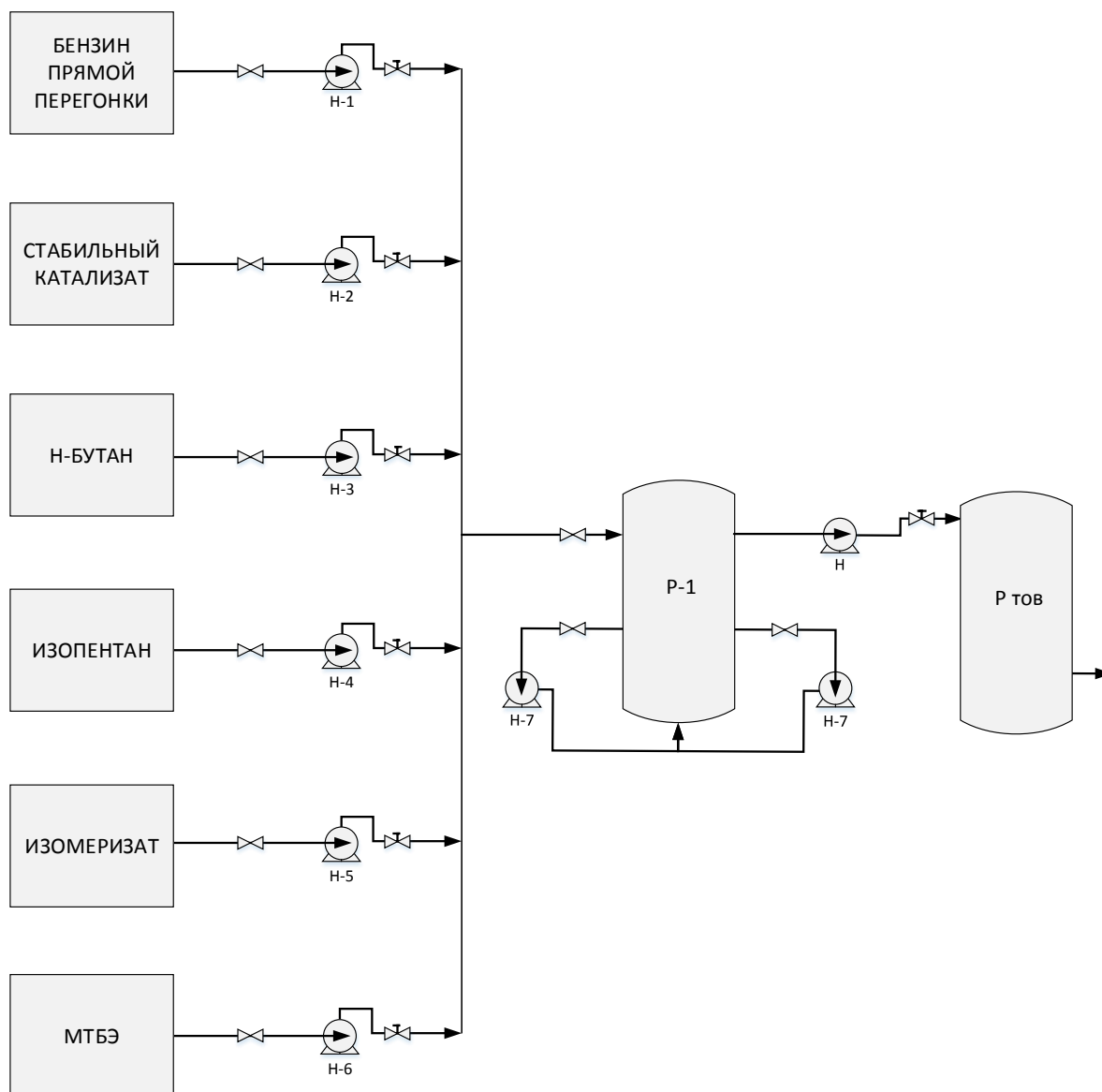


Рисунок 1.2 – Схема компаундирования товарных бензинов

Сырьевые потоки через насосы поступают в резервуар P-1, где происходит их смешение.

Оптимальная продолжительность циркуляции при приготовлении товарного бензина составляет три часа.

При приготовлении соблюдается порядок заправки компонентов в резервуар. Компоненты поступают на смешение в порядке уменьшения их плотности.

По завершении циркуляции происходит отстаивание полученного продукта в течение двух часов, что обеспечивает удаление из бензина воды и механических примесей. Затем готовая продукция проходит проверку качества.

5 ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ

Разрабатываемый проект направлен на исследование и оптимизацию процесса компаундирования товарных бензинов.

В настоящее время перспективность научного исследования определяется в большей степени коммерческой ценностью разработки, что является необходимым условием при поиске источников финансирования для проведения научного исследования и коммерциализации его результатов.

Таким образом, целью данного раздела является проектирование и создание конкурентоспособных разработок, технологий, отвечающих современным требованиям в области ресурсоэффективности и ресурсосбережения.

Достижение цели обеспечивается решением следующих задач:

- оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований;
- определение возможных альтернатив проведения научных исследований, отвечающих современным требованиям в области ресурсоэффективности и ресурсосбережения;
- планирование научно-исследовательских работ;
- определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования.

5.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения

5.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования

Для анализа потребителей результатов исследования необходимо рассмотреть целевой рынок и провести его сегментирование [17]. На рисунке 3.1 представлена карта сегментирования рынка по виду оказываемой услуги с применением математической модели процесса компаундирования товарных бензинов.

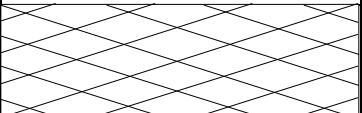

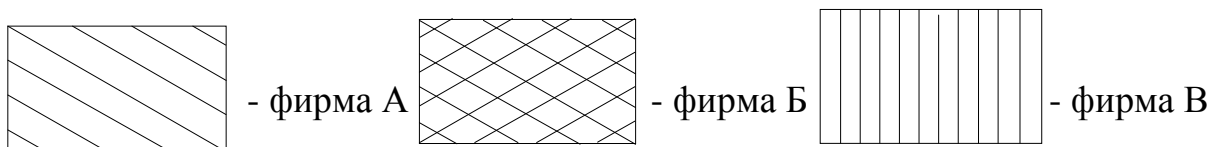
Потребитель	Вид услуги		
	Продажа программного продукта	Оказание услуг по исследованию и оптимизации	Продажа тренировочной версии
Крупные НПЗ			
Средние НПЗ			
Малые НПЗ			
Образовательные учреждения			
Проектные организации			

Рисунок 5.1 – Карта сегментирования



На Рисунке 3.1 показано, какие ниши на рынке услуг по применению математической модели не заняты конкурентами или где уровень конкуренции низок.

5.1.2 Анализ конкурентных технических решений

Детальный анализ конкурирующих разработок, существующих на рынке, необходимо проводить систематически, поскольку рынки пребывают в постоянном движении. Такой анализ помогает вносить коррективы в научное исследование, чтобы успешнее противостоять своим соперникам. Важно реалистично оценить сильные и слабые стороны разработок конкурентов.

В таблице 5.1 представлен сравнительный анализ математической модели(ф), разработанной в рамках выполнения ВКР и двух конкурентных моделей(к1)и(к2), выполненных в 2015 и 2016 годах соответственно.

Таблица 5.1 – Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений (разработок)

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
		Б _ф	Б _{к1}	Б _{к2}	К _ф	К _{к1}	К _{к2}
Технические критерии оценки ресурсоэффективности							
Повышение производительности труда пользователя	0,09	5	2	2	0,45	0,18	0,18
Удобство в эксплуатации (соответствует требованиям потребителей)	0,07	5	3	3	0,35	0,21	0,21
Энергоэкономичность	0,1	5	4	3	0,5	0,4	0,3
Надежность	0,07	5	4	4	0,35	0,28	0,28
Безопасность	0,04	5	5	5	0,2	0,2	0,2
Экономические критерии оценки эффективности							
Конкурентоспособность продукта	0,2	5	3	2	1	0,6	0,4
Уровень проникновения на рынок	0,07	4	5	4	0,28	0,35	0,28
Цена	0,08	5	3	4	0,4	0,24	0,32
Предполагаемый срок эксплуатации	0,08	5	5	5	0,4	0,4	0,4
Послепродажное обслуживание	0,07	5	5	2	0,35	0,35	0,14
Финансирование научной разработки	0,03	4	4	4	0,12	0,12	0,12
Срок выхода на рынок	0,05	5	3	3	0,25	0,15	0,15
Наличие сертификации разработки	0,05	5	5	5	0,25	0,25	0,25
Итого	1	63	51	46	4,9	3,73	3,23

Анализ конкурентных технических решений определяется по формуле:

$$K = \sum B_i \cdot B_i, \quad (13)$$

где K – конкурентоспособность научной разработки или конкурента;

B_i – вес показателя (в долях единицы);

B_i – балл i -го показателя.

Разрабатываемая компьютерная моделирующая система является конкурентоспособной на рынке, главным преимуществом которой является учет влияния межмолекулярных взаимодействий углеводов, вовлекаемых в процесс смешения.

5.1.3 SWOT-анализ

Для комплексной оценки научно-исследовательского проекта применяют SWOT-анализ, результатом которого является описание сильных и слабых сторон проекта, выявление возможностей и угроз для его реализации, которые проявились или могут появиться в его внешней среде [17]. Итоговая матрица SWOT-анализа представлена в приложении Г.

Были выявлены сильные и слабые стороны проекта, а так же угрозы и возможности. Так же было выявлено то, как можно компенсировать слабые стороны проекта за счет его возможностей и нейтрализовать угрозы с помощью сильных сторон проекта. Результаты SWOT-анализа учитываются при разработке структуры работ, выполняемых в рамках научно-исследовательского проекта.

5.1.4 Оценка готовности проекта к коммерциализации

Бланк оценки степени готовности проекта к коммерциализации представлен в таблице 5.2.

Таблица 5.2 – Бланк оценки степени готовности научного проекта к коммерциализации

№ п/п	Наименование	Степень проработанности научного проекта	Уровень имеющихся знаний у разработчика
1	Определен имеющийся научно-технический задел	5	3
2	Определены перспективные направления коммерциализации научно-технического задела	4	4
3	Определены отрасли и технологии (товары, услуги) для предложения на рынке	5	4
4	Определена товарная форма научно-технического задела для представления на рынок	4	4
5	Определены авторы и осуществлена охрана их прав	2	2
6	Проведена оценка стоимости интеллектуальной собственности	3	3
7	Проведены маркетинговые исследования рынков сбыта	3	4
8	Разработан бизнес-план коммерциализации научной разработки	1	3
9	Определены пути продвижения научной разработки на рынок	4	3
10	Разработана стратегия (форма) реализации научной разработки	4	4
11	Проработаны вопросы международного сотрудничества и выхода на зарубежный рынок	1	1
12	Проработаны вопросы использования услуг инфраструктуры поддержки, получения льгот	2	3
13	Проработаны вопросы финансирования коммерциализации научной разработки	4	3
14	Имеется команда для коммерциализации научной разработки	3	4
15	Проработан механизм реализации научного проекта	3	3
ИТОГО БАЛЛОВ		48	48

Таким образом, по результатам оценки степени готовности проекта к коммерциализации можно сделать вывод, что перспективность

разрабатываемого проекта выше среднего. Однако, для успешной реализации данного проекта необходимо:

1. разработать бизнес – план коммерциализации разработанного программного продукта, проработать;
2. проработать вопросы использования услуг инфраструктуры поддержки, получения льгот;
3. проработать вопросы международного сотрудничества и выхода на зарубежный рынок.

5.1.5 Методы коммерциализации результатов научно-технического исследования

На основании анализа методов коммерциализации проекта, а также с учётом степени готовности разработки, для успешного продвижения программного продукта наиболее эффективным методом является инжиниринг, так как уже на данной стадии имеются предприятия – партнёры, заинтересованные в разработке и внедрении данного проекта. На данной стадии проводится работа по оптимизации работы промышленных установок компаундирования товарных бензинов.

5.2 Инициация проекта

Цели и результата проекта. Основными целями данного проекта являются обеспечение энерго- и ресурсоэффективности процесса компаундирования товарных бензинов. Иерархия целей проекта и критерии их достижения представлены в таблице 5.3.

Таблица 5.3 – Цели и результат проекта

Цели проекта	Повышение эффективности компаундирования товарных бензинов с использованием математического моделирования
Ожидаемые результаты проекта	Повышение эффективности работы установки компаундирования товарных бензинов
Критерии приемки результата проекта	Используемая моделирующая система должна отражать свойства реальной промышленной установки, обладать высокой точностью расчётов и соответствовать требованиям предприятия – заказчика
Требования к результату проекта	Адекватность, точность, универсальность, экономичность

5.3 Организационная структура проекта

В Таблице 5.4 составлен перечень этапов и работ в рамках проведения научного исследования, проведено распределение исполнителей по видам работ.

Таблица 5.4 – Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№ раб	Содержание работ	Исполнитель
Разработка технического задания	1	Составление и утверждение технического задания	Долганов И. М.
Выбор направления исследований	2	Подбор и изучение материалов по теме	Солопова А. А.
	3	Выбор направления исследований	Долганов И. М., Солопова А. А.
	4	Календарное планирование работ по теме	Долганов И. М., Солопова А. А.
Теоретические и экспериментальные исследования	5	Проведение теоретических исследований, изучение литературы	Солопова А. А.
	6	Построение и проведение экспериментов	Долганов И. М., Солопова А. А.
	7	Сопоставление результатов экспериментов с теоретическими данными	Солопова А. А.
Обобщение и оценка результатов	8	Оценка эффективности полученных результатов	Долганов И. М.
	9	Определение целесообразности проведения ОКР	Солопова А. А., Долганов И. М.

Продолжение таблицы 5.4 – Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№ раб	Содержание работ	Исполнитель
<i>Проведение ОКР</i>			
Разработка технической документации и проектирование	10	Сбор информации по охране труда	Солопова А. А.
	11	Оформление результатов по охране труда	Солопова А. А.
	12	Подбор данных для выполнения экономической части работы	Солопова А. А.
	13	Оформление экономической части работы	Солопова А. А.
Оформление отчета по НИР (комплекта документации по ОКР)	14	Составление пояснительной записки	Солопова А. А., Долганов И. М.
	15	Сдача работы на рецензию	Солопова А. А.
	16	Подготовка к защите дипломной работы	Солопова А. А.
	17	Защита дипломной работы	Солопова А. А., Долганов И. М.

5.3.1 Определение трудоемкости выполнения работ

Ожидаемая трудоемкость выполнения:

$$t_{\text{ож}i} = \frac{3t_{\text{min}i} + 2t_{\text{max}i}}{5} \quad (14)$$

где $t_{\text{ож}i}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения i -ой работы чел.-дн.;

$t_{\text{min}i}$ – минимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы (оптимистическая оценка: в предположении наиболее благоприятного стечения обстоятельств), чел.-дн.;

$t_{\text{max}i}$ – максимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы (пессимистическая оценка: в предположении наиболее неблагоприятного стечения обстоятельств), чел.-дн.

Ожидаемая трудоемкость для этапов работы, приведенных в таблице 5.4 рассчитывается по формуле (15):

$$t_{\text{ож}1} = \frac{3 \cdot 1 + 2 \cdot 2}{5} = 1,4, \text{ чел.-дн.}$$

Для этапов 2 – 17 расчет аналогичен. Результаты в таблице 5.5.

Продолжительность каждой работы в рабочих днях:

$$T_{pi} = \frac{t_{ожі}}{Ч_i} \quad (15)$$

где T_{pi} – продолжительность одной работы, раб.дн.;

$Ч_i$ – численность исполнителей, выполняющих одновременно одну и ту же работу на данном этапе, чел.

Продолжительность каждого этапа работы приведенных в таблице 5.4 рассчитывается по формуле (15):

Для этапов 2 – 17 расчет аналогичен. Результаты в таблице 5.5.

5.3.2 Разработка графика проведения научного исследования

Для удобства построения графика, длительность каждого из этапов работ из рабочих дней следует перевести в календарные дни. Для этого необходимо воспользоваться следующей формулой:

$$T_{ki} = T_{pi} \cdot k_{\text{кал}} \quad (16)$$

где T_{ki} – продолжительность выполнения i -й работы в календарных днях;

T_{pi} – продолжительность выполнения i -й работы в рабочих днях;

$k_{\text{кал}}$ – коэффициент календарности.

Продолжительность выполнения каждого этапа работы приведенных в Таблице 4 рассчитывается по формуле (16).

$$T_{k1} = 1,4 \cdot 1,48 = 2,08 = 2$$

Для этапов 2-17 расчет аналогичен. Результаты в таблице 5.5.

Коэффициент календарности определяется по следующей формуле:

$$k_{\text{кал}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}} \quad (17)$$

где $T_{\text{кал}}$ – количество календарных дней в году;

$T_{\text{вых}}$ – количество выходных дней в году;

$T_{\text{пр}}$ – количество праздничных дней в году.

$$k_{\text{кал}} = \frac{365}{365 - 118} = 1,48$$

Все рассчитанные значения представлены в таблице 5.5.

Таблица 5.5 – Временные показатели проведения НИОКР

№	t _{ожі, чел.-} дн.	T _{рі, раб.} дн.	T _{кі,} дн	№	t _{ожі,} чел.-дн.	T _{рі, раб.} дн.	T _{кі, дн}
1	1,4	1,4	2	10	5,8	5,8	9
2	8,2	8,2	12	11	1,4	1,4	2
3	1,8	0,9	1	12	5,8	5,8	9
4	1,4	0,7	1	13	1,4	1,4	2
5	16,4	16,4	24	14	8,2	4,1	6
6	29	14,5	22	15	1	1	2
7	1,8	1,8	3	16	12,4	12,4	18
8	1,8	1,8	3	17	1	0,5	1
9	1,8	0,9	1				

Диаграмма Ганта представлена в таблице 5.6.

Таблица 5.6 – Диаграмма Ганта

[illegible]

5.4 Бюджет научно-технического исследования

При планировании бюджета НТИ должно быть обеспечено полное и достоверное отражение всех видов расходов, связанных с его выполнением [18].

5.4.1 Расчет материальных затрат научно-технического исследования

Расчет материальных затрат осуществляется по следующей формуле:

$$З_m = (1 + k_T) \cdot \sum_{i=1}^m Ц_i \cdot N_{расхi} \quad (18)$$

где m – количество видов материальных ресурсов, потребляемых при выполнении научного исследования;

$N_{расхi}$ – количество материальных ресурсов i -го вида, планируемых к использованию при выполнении научного исследования (шт., кг, м, м² и т.д.);

$Ц_i$ – цена приобретения единицы i -го вида потребляемых материальных ресурсов (руб./шт., руб./кг, руб./м, руб./м² и т.д.);

k_T – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы.

Материальные затраты на приобретение тетради рассчитываются по формуле (18):

$$З_m = (1 + 7) \cdot 35 \cdot 1 = 219$$

Для остальных видов материальных ресурсов расчет аналогичен. Результаты в таблице 5.7.

Таблица 5.7 – Материальные затраты

Наименование	Ед. измерения	Кол-во	Цена за ед. с НДС, руб.	Затраты на материалы, (З _м), руб.
Ручка	шт.	5	30	150
Флеш. карта	шт.	1	500	500
Бумага и печать	лист	1000	1,5	1500
Скоросшиватель	шт.	1	30	30
Компьютер	шт.	1	45000	45000
Итого: 47180 руб.				

5.4.2 Основная заработная плата исполнителей темы

Расчет основной заработной платы исполнителей темы представлен в таблице 5.8.

Таблица 5.8 – Баланс рабочего времени

Показатели рабочего времени	Научный руководитель проекта	Специалист по проекту
Календарное число дней	264	264
Количество нерабочих дней (выходные, праздничные дни)	90	90
Потери рабочего времени (отпуск, невыходы по болезни)	30	30
Действительный годовой фонд рабочего времени	144	144

Таблица 5.9 – Расчет основной заработной платы

Исполнители	Зб, руб	кпр	кд	кр	Зм, руб	Здн, руб	Тр, дн	Зосн, руб
Научный руководитель проекта	33162,9	0,6	0,4	1,3	43111,7	2911,4	136	395950,4
Специалист по проекту	4500,0	0,6	0,4	1,3	5850,0	269,0	256	68864,0

Таблица 5.10 – Заработная плата исполнителей НТИ

Заработная плата	Руководитель	Специалист
Основная зарплата	395 950,4	68 864,0
Итого по статье С _{зп}	464 814,4	

Таблица 5.11 – Социальные отчисления

Исполнитель	Социальные отчисления			
	ПФР (22%), руб	ФСС (2,9%), руб	ФОМС (5,1%), руб	Страхование по классу опасности (0,5%), руб
Руководитель	87109,1	11482,6	20193,5	1979,8
Специалист	15150,1	1997,1	3512,1	344,3
Итого	141 768,4			

5.4.3 Накладные расходы

Накладные расходы учитывают прочие затраты организации, не попавшие в предыдущие статьи расходов: печать и ксерокопирование материалов исследования, оплата услуг связи, электроэнергии, почтовые и телеграфные расходы, размножение материалов и т.д [17].

Накладные расходы составляют 80-100 % от суммы основной и дополнительной заработной платы, работников, непосредственно участвующих в выполнении темы ($0,8 \cdot 464\,814,4 = 371\,851,5$ руб.).

5.5 Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования

Определение эффективности происходит на основе расчета интегрального показателя эффективности научного исследования. Его нахождение связано с определением двух средневзвешенных величин: финансовой эффективности и ресурсоэффективности.

Интегральный финансовый показатель разработки определяется как:

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i} = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{\text{max}}} \quad (19),$$

где $I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i}$ – интегральный финансовый показатель разработки;

Φ_{pi} – стоимость i -го варианта исполнения;

Φ_{max} – максимальная стоимость исполнения научно-исследовательского проекта (в т.ч. аналоги).

$$I_{\Phi}^1 = 1477048/2770452 = 0.53$$

$$I_{\Phi}^2 = 2770452/2770452 = 1$$

$$I_{\Phi}^3 = 1554352/2770452 = 0.56$$

Полученная величина интегрального финансового показателя разработки отражает соответствующее численное увеличение бюджета затрат разработки в размах (значение больше единицы), либо соответствующее

численное удешевление стоимости разработки в размах (значение меньше единицы, но больше нуля).

Расчет интегрального показателя ресурсоэффективности приведен в таблице 5.12.

Таблица 5.12 – Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта

Критерии \ Объект исследования	Весовой коэффициент параметра	Исп.1	Исп.2	Исп.3
1. Повышение экономической эффективности процесса	0,1	4	4	5
2. Возможность применения на реальной установке	0,15	2	3	4
3. Экономическая эффективность	0,15	4	5	5
4. Надежность	0,20	3	4	4
5. Воспроизводимость	0,25	5	3	5
6. Материалоемкость	0,15	4	5	4
ИТОГО	1			

$$I_{p.-исп1} = 0,1 * 4 + 0,15 * 2 + 0,15 * 4 + 0,20 * 3 + 0,25 * 5 + 0,15 * 4 = 3,8$$

$$I_{p.-исп2} = 0,1 * 4 + 0,15 * 3 + 0,15 * 5 + 0,2 * 4 + 0,25 * 3 + 0,15 * 5 = 3,9$$

$$I_{p.-исп3} = 0,1 * 5 + 0,15 * 5 + 0,15 * 4 + 0,20 * 4 + 0,25 * 5 + 0,15 * 4 = 4,5$$

Интегральный показатель эффективности вариантов исполнения разработки ($I_{испi}$) определяется на основании интегрального показателя ресурсоэффективности и интегрального финансового показателя по формуле:

$$I_{исп.1} = \frac{I_{p-исп1}}{I_{финр.1}}, I_{исп.2} = \frac{I_{p-исп2}}{I_{финр.2}} \text{ и т.д.} \quad (20)$$

$$I_{исп}^1 = 3,8 / 0,53 = 7,2$$

$$I_{исп}^2 = 3,9 / 1 = 3,9$$

$$I_{исп}^3 = 4,5 / 0,56 = 8,0$$

Сравнение интегрального показателя эффективности вариантов исполнения разработки позволит определить сравнительную эффективность проекта и выбрать наиболее целесообразный вариант из предложенных. Сравнительная эффективность проекта ($\mathcal{E}_{ср}$):

$$\mathcal{E}_{cp} = \frac{I_{исп.1}}{I_{исп.2}} \quad (21)$$

Таблица 5.13 – Сравнительная эффективность разработки

Показатели	Исп.1	Исп.2	Исп.3
Интегральный финансовый показатель разработки	0,53	1	0,56
Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки	3,8	3,9	4,5
Интегральный показатель эффективности	7,2	3,9	8,0
Сравнительная эффективность вариантов исполнения	1,1	2,1	1

В результате проведенной работы была спроектирована и создана конкурентоспособная разработка, отвечающая современным требованиям в области ресурсоэффективности и ресурсосбережения.

6 СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ

Гарантии выполнения права работников на охрану труда, а также порядок регулирования отношений в области охраны труда между работниками и их работодателями, в организациях и учреждениях всех форм собственности независимо от сферы хозяйственной деятельности и ведомственной подчиненности обеспечиваются рядом нормативно-правовых и законодательных актов, включая Конституцию РФ [19], Кодекс об административных нарушениях [20], Уголовный Кодекс [21], а также Трудовой кодекс [22].

Согласно Генерального соглашения между общероссийскими объединениями профсоюзов, общероссийскими объединениями работодателей и Правительством Российской Федерации на 2014 - 2016 годы [23] обеспечение безопасности жизни и здоровья работников в процессе трудовой деятельности является одним из национальных приоритетов в целях сохранения человеческого капитала, и рассматриваются в неразрывной связи с решением задач по улучшению условий и охраны труда, промышленной и экологической безопасности.

Нефтеперерабатывающее производство относится к видам экономической деятельности, которые представляют собой потенциальную опасность профессиональных отравлений и заболеваний работающих. Это происходит из-за того, что в процессе труда многие из них соприкасаются с химическими веществами, имеющими те или иные токсичные свойства. К тому же, такое производство является взрыво- и пожароопасным. Поэтому в последнее время становятся актуальными вопросы, касающиеся безопасности жизнедеятельности трудящихся.

6.1 Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды

Вредные вещества

Немаловажными являются вопросы экологической безопасности применения этилбензола, бензола, МТБЭ, толуола и других химических реагентов, поскольку, как и другие продукты основного органического синтеза, они токсичны и могут неблагоприятно влиять на здоровье человека.

Основные характеристики взрыво- и пожароопасных и токсических свойств сырья, материалов и продуктов производства представлены в таблице 6 [24].

Таблица 6.1 – Характеристика свойств сырья, материалов и продуктов

Наименование		Бензол нефтян.	МТБЭ	Изо-пентан	Толуол	Бензин топливн.
Класс опасности (ГОСТ 12.1.007)		2	4	4	3	4
Агрегатное состояние при н.у.		жидкость				
Т, °С	кипения	80	55,2	9,5	110,6	33–205
	плавления	5,5	–108,6	–159,9	–95	–
	самовоспламенения	562	–28	–	320	257
ПДК в воздухе рабочей зоны производственных помещений ГН 2.2.5.1313–03, мг/м ³		15/5	100	300	50	100

Характеристика токсичности (воздействие на организм человека)

– *Бензол нефтяной.* Пары действуют наркотически, вредно влияют на нервную систему, оказывают раздражающее действие на кожу и слизистые оболочки глаз.

– *МТБЭ.* Действует угнетающе на центральную нервную систему. Действие обратимое. Через неповрежденную кожу практически не проникает. Местное действие на кожу отсутствует. Попадание в глаза жидкого продукта

вызывает легкое раздражение конъюнктивы, на роговицу не действует. В организме не накапливается.

- *Изопентан*. Обладает наркотическим действием.
- *Толуол*. Пары толуола могут проникать через неповрежденную кожу и органы дыхания, вызывать поражение нервной системы (заторможенность, нарушения в работе вестибулярного аппарата), в том числе необратимое.
- *Бензин топливный*. Ядовитость бензина определяется суммарным действием входящих в его состав углеводородов.

Также, кроме воздействия на организм токсичных химических веществ, существует угроза следующих производственных опасностей:

- возможность падения с высоты при обслуживании оборудования без использования стационарных средств (площадок, лестниц);
- поражение электрическим током при нарушении правил обслуживания электрооборудования, работающего под напряжением до 1000 Вольт;
- возможность взрыва и пожара при несоблюдении противопожарного режима;
- ожоги и травмирование ударной волной при загорании или взрыве углеводородной смеси при разуплотнении трубопроводов;
- возможность разрушения оборудования и травмирования персонала при нарушении правил эксплуатации оборудования, работающего под давлением;

Все работники отделения должны допускаться к работе только после прохождения противопожарного инструктажа, а при изменении специфики работы проходить дополнительное обучение предупреждению и тушению возможных пожаров в порядке, установленном на предприятии.

Для исключения возможности возникновения взрывов, пожаров, ожогов, отравлений или удушья персонала, загрязнения окружающей среды:

- соблюдаются нормы технологического режима;

- соблюдаются требования промышленной безопасности при подготовке и проведению предупредительного и планового ремонта оборудования;
- обеспечивается исправное состояние и бесперебойная работа контрольно-измерительных приборов, систем автоматизации, сигнализации и блокировок; системы производственной вентиляции и противопожарной защиты;
- обеспечивается герметичность оборудования, трубопроводов, арматуры;
- обеспечивается наличие заземления электрооборудования, аппаратов и трубопроводов;
- осуществляется подготовка к ремонту отдельных единиц оборудования в соответствии с требованиями нормативной документации;
- осуществляется ежесменный контроль над состоянием оборудования и трубопроводов;
- проводится газоопасные и огневые работы, работы повышенной опасности в соответствии с требованиями промышленной безопасности и перечня газоопасных работ;

Кроме того, каждый работник использует средства индивидуальной защиты, такие как костюм хлопчатобумажный для защиты от общих производственных загрязнений и механических воздействий с водоотталкивающей пропиткой; ботинки кожаные с жестким подноском; перчатки с полимерным покрытием; каска защитная; подшлемник под каску; очки защитные; маска или полумаска со смешанными фильтрами.

Для защиты органов дыхания применяются следующие средства:

- воздушно-изолирующие противогазы марки «РА-90 Plus» фирмы «Dräger» применяются в аварийных случаях, в случаях розливов, пропусков, проверки состояния оборудования в сильно загазованных помещениях и т.п.;

- шланговые противогазы марки ПШ–1, ПШ–2 применяются при проведении газоопасных работ (установка и снятие заглушек на неподготовленном оборудовании, при работах внутри аппаратов, в колодцах, прямках, юбках ректификационных колонн и т.д.);

- фильтрующие противогазы индивидуальной защиты с коробкой марки "А", "БКФ" применяются для защиты органов дыхания при обслуживании и ремонте оборудования, если вредных газов в атмосфере не более 0,5% об., а кислорода не менее 18% об.

Все объекты предприятия оснащены автоматической системой звукового оповещения в случае возникновения внештатных ситуаций. Различают несколько типов звукового оповещения в зависимости от вида происшествия. Кроме того, каждый объект оснащен ручными пожарными извещателями. При возникновении опасных ситуаций, каждый сотрудник должен действовать в соответствии с технологическим регламентом, где прописан порядок действия в тех или иных ситуациях.

Также на предприятии, кроме охраны жизни и здоровья персонала, предусмотрены мероприятия по охране окружающей среды. Так, например, проводится очистка и нейтрализация всех стоков завода, что сводит к минимуму попадание остатков кислот и щелочей в природу. Существуют как цеховые сооружения очистки сточных вод, так и общезаводские.

Кроме того, на каждом объекте проводится контроль содержания в воздухе паров вредных веществ и их соответствия ПДК. Проводятся мероприятия по предупреждению ситуаций, которые могут повлечь за собой выбросы вредных веществ в атмосферу.

Отравление

Отравление - попадание в организм токсичного вещества.

Ситуации, которые могут привести к отравлению:

- потребление пищи в лаборатории. Уже много пострадавших.
- со всеми новыми веществами следует обращаться очень осторожно, так как они могут оказаться неожиданно сильно токсичными.

- работа с высокотоксичными веществами требует внимательности и осторожности.

- растворение брома в ацетоне или других кетонах. Реакция протекает очень активно после индукционного периода и приводит к сильно раздражающим (слезоточивым) бромкетонам.

- следует помнить, что растворение активных металлов (в том числе и цинка) в достаточно концентрированной серной кислоте часто происходит с выделением сероводорода. Растворение любых металлов в азотной кислоте происходит с выделением окислов азота.

Меры устранения:

- потребление пищи в специально отведенных зонах.
- применение средств индивидуальной защиты (респираторы, противогазы и т.п.).

- соблюдение мер безопасности при работе с опасными и вредными веществами.

Производственные метеоусловия

Производственными зонами являются установки производства компонентов товарного бензина, операторные цеха, кабинеты начальников и операторов.

Неблагоприятные значения микроклиматических показателей могут стать причиной снижения производственных показателей в работе, привести к таким заболеваниям работающих как различные формы простуды, радикулит, хронический бронхит, тонзиллит и др. Профилактика неблагоприятного воздействия – система местного кондиционирования воздуха, регламент времени работы и т.д.

В холодное время нормальной температурой является 17-20 °С, а в жаркое 17-25 °С [25]. Температура в помещении устанавливается и поддерживается при помощи водяного отопления. Рабочая площадь на одного работающего не менее 4,5 м², рабочая зона ограничивается высотой 2,2 м над уровнем пола, где находится рабочее место. Приток воздуха в комнате

составляет 50-70 % от вытяжки, скорость движения воздуха 0,2-0,7 м/с [25]. Влажность воздуха 40-60 %.

Виброакустические поля

Уровень шума на рабочих местах регламентируется [26]. Согласно приведённому стандарту, эквивалентный уровень звука не превышает значений, приведённых в таблице 6.2.

Таблица 6.2 – Допустимые уровни производственного шума

Помещение	Уровень шума, дБА
Операторная	60
Насосные, компрессорная, венткамеры, аппаратный двор	80
Помещение КИП	75
Помещение работников ИТР	60

Вибрация, воздействующая на человека, не превышает норм [27]. Предельно допустимые значения уровня вибрации рабочих мест составляют 68 дБ.

Для снижения уровня шума и вибраций насосное и компрессионное оборудование установлено на фундаменты и амортизирующие прокладки. С целью уменьшения уровня шума от вентиляционных устройств используются звукопоглощающие материалы с максимальными коэффициентами звукопоглощения в области частот 63-8 000 Гц для отделки помещений.

Производственное освещение

Требования к освещению рабочих мест зафиксированы в [28]. Освещённость на рабочем месте составляет 300-500 лк, для помещений, в которых эксплуатируются персональные компьютеры и видеодисплейные терминалы. На производстве ограничивается прямая блескость от источников освещения, при этом яркость светящихся поверхностей в поле зрения не превышает 200 кд/м². Коэффициент пульсации светового потока на рабочем месте не превышает 15 %.

Отраженная блескость на рабочих поверхностях (экран, стол, приборная панель и др.) ограничена за счет правильного выбора типа

светильников и расположения рабочих мест по отношению к источникам естественного и искусственного освещения. Яркость бликов на экране видеодисплейных терминалов и персональных компьютеров не превышает 40 кд/м², а яркость потолка, при применении системы отраженного освещения, не превышает 200 кд/м². Показатель ослепленности для источников общего искусственного освещения в производственных помещениях не превышает 20.

Для операторов персональных компьютеров и видеодисплейных терминалов ограничивается неравномерность распределения яркости в поле зрения, при этом соотношение яркости между рабочими поверхностями не превышает 3:1 – 5:1, между рабочими поверхностями и поверхностями стен и оборудования 10:1.

Для обеспечения нормируемых значений освещенности в рабочих помещениях проводится чистка стекол оконных рам и светильников два раза в год и своевременная замена перегоревших ламп.

Электромагнитное излучение

Требования защиты от воздействия электромагнитных полей удовлетворяют [29.30].

Источниками электромагнитных полей являются персональные электронно-вычислительные машины (ПЭВМ), установленные в существующей операторной на территории НПЗ. Организация рабочего места оператора ЭВМ соответствует требованиям [30].

Мощность экспозиционной дозы мягкого рентгеновского излучения в любой точке на расстоянии 0,05 м от экрана компьютера при любых положениях регулировочных устройств не превышает допустимых значений – 100 мкР/ч.

6.2 Анализ выявленных опасных факторов проектируемой производённой среды

Механические опасности

Для того чтобы защитить себя от травм на производстве, работники строго соблюдают все инструкции по эксплуатации оборудования, все правила поведения на производственной площадке.

К процессу обслуживания и рабочему инвентарю предъявляются следующие требования:

- применяются инструменты из омедненной стали или бериллиевой бронзы при текущем обслуживании оборудования и ремонтных работах. Используемый инструмент изготовлен из материала, не дающего искр; ударный и режущий инструмент при работе смазывается консистентными смазками (солидоллом);

- запорная арматура на трубопроводах систематически смазывается, а также легко открывается. Запорная арматура открывается и закрывается медленно во избежание гидравлического удара. При этом запрещается применять ломы, трубы и т.д.;

- применяются предохранительные пояса с карабинами для закрепления к надежным конструкциям при ремонтных работах на высоте при отсутствии рабочего настила;

- используются шланговые противогазы и специальная, непроницаемая для нефтепродуктов одежда и обувь при работе внутри аппаратов (емкости, резервуары). У люка постоянно находятся не менее двух рабочих, имеющих при себе шланговые противогазы, для оказания, в случае необходимости, помощи работающему в аппарате;

- при работе в загазованной зоне, применяются противогазы и омедненный инструмент. Персонал имеет закрепленный за ним противогаз, содержит его в исправности и умеет пользоваться им; при включении и

отключении электропусковых приборов персонал пользуется диэлектрическими подставками и диэлектрическими перчатками;

- проводится постоянный контроль за техническим и коррозионным состоянием арматуры и трубопроводов;

- выполняется своевременное техническое обслуживание и техническая диагностика трубопроводов;

- проводится контроль состояния воздушной среды на наружных площадках с учетом состояния атмосферы.

- грузоподъемные работы с оборудованием и арматурой весом более 30 кг осуществляются с помощью специальных передвижных автомобильных средств. С этой целью на установках существует возможность подъезда грузоподъемного транспорта. При работе с нефтепродуктами не допускаются ручные операции, при которых возможно ее попадание на тело и одежду рабочего, на пол и оборудование, в помещениях блочного оборудования нельзя принимать пищу и курить.

Электробезопасность

Электробезопасность – система организационных и технических мероприятий и средств, обеспечивающих защиту людей от вредного и опасного воздействия электрического тока, электрической дуги, электромагнитного поля и статического электричества. Электроустановки – установки, в которых производится, преобразуется, распределяется и потребляется электроэнергия; к ним также относятся установки, содержащие в себе источники электроэнергии (химические, гальванические). Электротравма – травма, вызванная воздействием электрического тока или электрической дуги.

Воздействие электротока на организм человека:

- биологическое – раздражение и возбуждение живых тканей организма. Вследствие этого наблюдаются судороги скелетных мышц, которые могут привести к остановке дыхания, спазму голосовых связок;

- электролитическое – электролиз (разложение) органических жидкостей, в том числе крови, существенно изменяющий функциональное состояние клеток;

- тепловое – ожоги отдельных участков тела, нагрев кровеносных сосудов, крови;

- механическое – расслоение и разрыв тканей.

Термические опасности

Установки находятся на открытом воздухе, поэтому в теплое время года есть риск получить тепловой ожог или удар, а в холодное – обморожение. Для работающих на открытом воздухе в течение рабочей смены предусмотрены перерывы для обогрева, в соответствии со статьей 109 Трудового кодекса РФ. Температура воздуха и скорость его движения поддерживаются в помещении для обогрева на уровне от 22 до 25 °С и от 0,1 до 0,2 м/с.

Для более быстрого восстановления локальной температуры кожи (лицо, кисти, стопы) предусмотрены приборы и устройства местного лучистого и конвекционного обогрева. При этом температура поверхности приборов, контактирующая с поверхностью тела работника, поддерживается на уровне от 38 до 40 °С.

6.3 Экологическая безопасность

В результате работы установки компаундирования товарных бензинов образуются сточные воды загрязненные углеводородами, нет выбросов вредных веществ в атмосферу.

Переработка сточных вод производится с целью:

- очистки сточных вод от углеводородов путем отпарки;
- отмывки сточных вод от кислоты путем нейтрализации 6-10% раствором едкого натрия.

Очистка сточных вод состоит из следующих операций:

- отдельный сбор кислых и щелочных сточных вод;

- отделение взвешенных углеводов методом механического отстоя в отстойнике;
- периодического (1 раз в сутки) выдавливания углеводородной пленки из резервуара в течении 5-15мин.;
- совместнаяотпарка углеводов из кислых и щелочных сточных вод в отпарной колонне;
- нейтрализация сточных вод 6-10% раствором NaOH.

6.4Безопасность в чрезвычайных ситуациях

Мероприятия, проводимые во время чрезвычайных ситуаций (аварий, стихийных бедствий, военных конфликтов), представляют собой проведение спасательных работ и неотложных аварийно-восстановительных работ в очаге поражения. Данные мероприятия проводятся на основании положения комплекса государственных стандартов по предупреждению и ликвидации чрезвычайной ситуации и определены в [35].

Химический взрыв

Химический взрыв – взрыв, возникающий за счет протекания химической реакции веществ или разложения вещества. Обычно характеризуется значительной разрушительной мощностью и поражающей способностью. Может приводить к пожару в лаборатории.

Физический взрыв

Физический взрыв – взрыв, возникающий за счет быстрого разрушения емкостей или из-за быстрого выделения тепла в какой-либо точке. Обычно (но не всегда) имеет меньшую мощность, чем химический и меньшие разрушительные последствия.

Пожар

Пожар – неконтролируемое возгорание в лаборатории. Может привести к полному уничтожению всей лаборатории.

Противопожарная защита

В целях обеспечения надежности и безопасности работы, предусматривается ряд мероприятий, обеспечивающих безопасное ведение технологического процесса:

- герметичность арматуры оборудования и трубопроводов;
- автоматический контроль технологического процесса со щита в операторной;
- закрытая система сбросов на факел и дренирования подтоварной воды, что позволяет предотвратить загазованность участка, тем самым уменьшить вероятность пожара и взрыва;
- система аварийного освобождения аппаратов и трубопроводов, а также освобождение их от продуктов перед ремонтом;
- оснащение процесса средствами противоаварийной защиты, предупреждающими об отклонениях от норм технологического режима, исключающими возможность выбросов продуктов через предохранительные клапаны;
- система продувки инертным газом и паром аппаратов и трубопроводов перед ремонтом и пуском в работу;
- к оборудованию, размещенному на открытой площадке, обеспечены подъезды пожарной техники, между парками выполнены противопожарные разрывы;
- наружное пожаротушение обеспечивается от системы пожарного водоснабжения;
- выполнена защита зданий, сооружений, аппаратов, оборудования и трубопроводов от вторичных проявлений молний и статического электричества;
- предотвращение взрывов в помещениях с нормальной средой, вследствие проникновения горючих газов и паров, обеспечивается приточными и вытяжными вентиляционными системами;

– резервуарные паркы укомплектованы первичными средствами пожаротушения.

Средства пожаротушения

Основными средствами пожаротушения на химических заводах, производствах, в лабораториях являются огнетушители. Имеется несколько различных видов огнетушителей: стационарные и передвижные, углекислотные, воздушно–пенные, аэрозольные, жидкостные, химические пенные, порошковые.

Помимо огнетушителей, производства, лаборатории должны быть оснащены такими первичными средствами пожаротушения как вода, кошмы, асбестовые одеяла, порошок.

6.5 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

В соответствии с [36] каждый человек имеет право на труд в условиях, отвечающих требованиям безопасности и гигиены, и право на охрану здоровья. Необходимые организационные мероприятия, обеспечивающие безопасность, сохранность здоровья и работоспособности персонала в процессе обслуживания сооружений и оборудования, предусмотрены эксплуатирующей организацией [35, 36]:

- проведение медосмотров;
- обеспечение персонала средствами индивидуальной защиты];
- проведение для работников инструктажей по пожарной безопасности, охране труда и аттестации в области промышленной безопасности: у рабочих – ежегодно, у руководящих работников и специалистов – не реже одного раза в пять лет;
- допуск рабочих основных профессий к самостоятельной работе после обучения, стажировки на рабочем месте, проверки знаний, проведения производственного инструктажа и при наличии удостоверения, дающего право допуска к определенному виду работ;

- допуск к работам на объекте лиц не моложе 18 лет, прошедших медицинское освидетельствование и не имеющих противопоказаний по здоровью, прошедших инструктаж и сдавших экзамен по проверке знаний;
- проведение аттестации рабочих мест по условиям труда;
- обеспечение санитарно-гигиенических условий труда на рабочих местах;
- осуществление обязательного социального страхования работников от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний;
- предоставление компенсаций и льгот работникам за работу во вредных условиях труда.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В литературном обзоре выявлено, что процесс компаундирования автомобильных бензинов является сложным многокомпонентным процессом. Оптимизация процесса осложняется неаддитивностью октановых чисел смешения, непостоянством качества сырьевых потоков, которые поступают на смешение и ограничением количества необходимого для смешения сырья.

Выявлены факторы, влияющие на отклонение от аддитивности октановых чисел смешения. При проведении расчетов применялась математическая модель, позволяющая с высокой точностью описывать процесс.

Исследования проводились с использованием компьютерной моделирующей системы Compounding, которая учитывает влияние межмолекулярных взаимодействий на октановое число смешения получаемой продукции и позволяет проводить исследования удаленно, без вмешательства в работу промышленной установки, избегая затрат на проведение эксперимента.

В рамках работы был произведен анализ рецептов автомобильных бензинов, производимых на установке компаундирования по данным, полученным с производства. Разработаны оптимальные рецептуры смешения автомобильных бензинов с точки зрения экономической эффективности. В результате корректировки рецептов себестоимость автомобильного бензина марки Нормаль – 80 была снижена на 5,1%, бензина марки Регуляр – 92 на 5,6%, бензина марки Премиум – 95 на 2,5%, бензина марки Супер – 98 – 2,4%. При этом получаемая продукция соответствует всем требованиям ГОСТ Р 51866-2002 и Технического регламента Таможенного союза. Так же сделаны выводы о влиянии состава углеводородного сырья на октановое число получаемого бензина.

В ходе исследования календарного планирования выпуска продукции, были произведены корректировки рецептов при изменении параметров входных потоков, сделаны выводы о влиянии изменения состава сырья на стоимость получаемого автомобильного бензина. Было установлено, что для

получения продукции надлежащего качества необходимо своевременно производить корректировки рецептур в соответствии с составом вовлекаемого в процесс смешения сырья. При этом использование компьютерной моделирующей системы позволяет выбирать оптимальные рецептуры смешения бензина.

Оценен коммерческий потенциал и перспективность, возможные альтернативы проведения научного исследования. Проведено планирование научно-исследовательской работы. Определена ресурсная (ресурсосберегающая), финансовая, бюджетная, социальная и экономическая эффективность исследования.

Проведён анализ условий труда на установке компаундирования товарных бензинов с позиций приоритета сохранения жизни и здоровья работника. Изучены и выявлены вредные и опасные факторы, механические и термические опасности, которые могут возникнуть в производственном процессе.

СПИСОК ПУБЛИКАЦИЙ

1. Солопова А. А., Долганов И. М. Оптимизация процесса компаундирования товарных бензинов // Химия и химическая технология в XXI веке: материалы XVIII Международной научно-практической конференции студентов и молодых ученых имени профессора Л.П. Кулёва, Томск, 29 Мая-1 Июня 2017. - Томск: Изд-во ТПУ, 2017 - С. 328-329

2. Dolganov I. M. , Ivanchina E. D. , Dolganova I. O. , Solopova A. A. , Seytenova G. Z. Application of compounding process mathematical model for gasoline quality improving [Electronic resources] // Petroleum and Coal. - 2016 - Vol. 58- №. 6. - p. 635-639.

3. Солопова А. А. Моделирование процесса компаундирования высокооктановых бензинов с использованием компьютерной моделирующей системы // Проблемы геологии и освоения недр: труды XX Международного симпозиума имени академика М.А. Усова студентов и молодых ученых, посвященного 120-летию со дня основания Томского политехнического университета, Томск, 4-8 Апреля 2016. - Томск: Изд-во ТПУ, 2016 - Т. 2 - С. 552-554 1 уч.

4. Солопова А. А. Повышение эффективности процесса смешения компонентов высокооктановых бензинов с учетом себестоимости продуктов // Химия и химическая технология в XXI веке: материалы XVII Международной научно-практической конференции студентов и молодых ученых имени профессора Л.П.Кулева, посвященной 120-летию Томского политехнического университета, Томск, 17-20 Мая 2016. - Томск: ТПУ, 2016 - С. 385-386

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Производство высокооктановых бензинов / Жоров Ю. М., Гуреев А. А., Смдович Е. В. – М.: Химия, 1981. – 219 с.
2. НПО Экосистема. Электронный ресурс: http://ecosystema.com/productions/modules/smesitel_statcheskiy/ Алексеев К.А. Гидродинамика потоков в статических смесителях насадочного типа. Диссертация на соискание ученой степени к.т.н.//Казань – 2016.
3. Компьютерное прогнозирование и оптимизация производства бензинов. Физико–химические и технологические основы / Кравцов А. В., Иванчина Э. Д. — Томск: STT, 2000. — 192с.
4. Оптимальное компаундирование бензинов / Поздьяев В. В., Сомов В. Е., Лисицын Н. В. Кузичкин Н. В. – М.: Нефтепереработка и нефтехимия. – 2002. – №10. – С. 53–57.
5. Методология построения системы оптимального компаундирования товарных нефтепродуктов / Лисицын Н. В., Гошкин В. П., Поздьяев В. В., Кузичкин Н. В. – М.: Химическая промышленность. – 2003. – №8. – С. 15–20
6. Разработка модуля автоматизированной обработки данных хроматографического анализа для повышения эффективности процесса компаундирования товарных бензинов / Сахневич Б. В., Киргина М. В., Чеканцев Н. В., Иванчина Э. Д – Томск: Известия Томского политехнического университета. – 2014 – Т324. – №3 – С127–135
7. Учет интенсивности межмолекулярных взаимодействий компонентов смеси при математическом моделировании процесса компаундирования товарных бензинов /Смышляева Ю. А., Иванчина Э. Д., Кравцов А. В., Зыонг Ч. Т. – Нефтепереработка и нефтехимия. Научно – технические достижения и передовой опыт. – 2010. – №9. – С. 9—14
8. Моделирование процесса компаундирования высокооктановых бензинов: Методические указания к выполнению лабораторных работ для слушателей программы повышения квалификации «Процессы глубокой

переработки углеводородного сырья» / сост. М.В. Киргина. – Томск: Изд- во Томского политехнического университета, 2012. – 25 с.

9. Кравцов А.В., Иванчина Э.Д. Компьютерное прогнозирование и оптимизация производства бензинов. Физико-химические и технологические основы. – Томск: STT, 2000. – 192 с.

10. Моделирование процесса приготовления высокооктановых бензинов на основе углеводородного сырья в аппаратах циркуляционного типа [Электронный ресурс]: автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук; спец. 05.17.08 / Ю. А. Смышляева; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ) ; науч. рук. Э. Д. Иванчина. – Электронные текстовые данные – Томск, 2011.

11. ГОСТ Р 51866-2002 (ЕН 228-2004). Топлива моторные. Бензиннеэтилированный. Технические условия.

12. Технический регламент Таможенного союза ТР ТС 013/2011 «О требованиях к автомобильному, авиационному бензину, дизельному и судовому топливу, топливу для реактивных двигателей и топочному мазуту»

13. T.A. Albahri, M.R. Riazi, A.A. Alqattan, “Octane number and aniline point o petroleum fuels”. Fuel Chemistry Division Preprints, Vol. 47, Issue 2, 2002, pp. 710-711

14. T.A. Albahri, “Structural group contribution method for predicting the octane number of pure hydrocarbon liquids“, Industrial and Engineering Chemistry Research, Vol. 42, Issue 3, 2003, pp. 657-662.

15. C.H. Twu, J.E. Coon, “Predict octane numbers using a generalized interaction method“, Hydrocarbon Processing, Vol. 75, Issue 2, 1996, pp. 51-56

16. P. Ghosh, K.J. Hickey, S.B. Jaffe, “Development of a detailed gasoline composition-based octane model“, Industrial and Engineering Chemistry Research, Vol. 45, Issue 1, 2006, pp. 337-345

17. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение: учебно-методическое пособие / Н.А. Гаврикова, И.Г.

Видяев, Г.Н. Серикова; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета. – 2014. – 73 с.

18. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение: учебно-методическое пособие / Н.А. Гаврикова, Л.Р. Тухватулина, И.Г. Видяев; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета. – 2014. – 73 с.

19. Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 N 197-ФЗ (принят ГД ФС РФ 21.12.2001) (ред. от 30.12.2008)// СПС Консультант.

20. Конституция Российской Федерации (принята на всенародном голосовании 12 декабря 1993 г.) .

21. Федеральный закон от 17.07.1999 N 181-ФЗ "Об основах охраны труда в Российской Федерации" (ред. от 09.05.2005, с изм. от 26.12.2005) // СПС Консультант.

22. Федеральный закон Российской Федерации от 28 декабря 2013 г. N 426-ФЗ "О специальной оценке условий труда".

23. Межгосударственный стандарт ГОСТ 12.0.230-2007 «Система стандартов безопасности труда. Система управления охраной труда. Общие требования.ILO-OSH2001 ».

24. Приказ от 12апреля 2011г. N 302н “Об утверждении перечня вредных и(или)опасных производственных факторов и работ, при выполнении которых проводятся предварительные и периодические медицинские осмотры (обследования),и порядка проведения обязательных предварительных и периодических медицинских осмотров(обследований) работников, занятых на тяжелых работах с вредными и (или) опасными условиями труда”.

25. Постановление Правительства Российской Федерации от 24 декабря 2009 г.N 1213 “Об утверждении технического регламента о безопасности средств индивидуальной защиты”.

26. Приказ Министерства здравоохранения и социального развития РФ от 16 февраля 2009 г.N 45 "Об утверждении норм и условий бесплатной выдачи работникам, занятым на работах с вредными условиями труда, молока или

других равноценных пищевых продуктов, Порядка осуществления компенсационной выплаты в размере, эквивалентном стоимости молока или других равноценных пищевых продуктов, и Перечня вредных производственных факторов, при воздействии которых в профилактических целях рекомендуется употребление молока или других равноценных пищевых продуктов"

27. Приказ Министерства здравоохранения и социального развития РФ от 17 декабря 2010 г. N 1122н "Об утверждении типовых норм бесплатной выдачи работникам смывающих и (или) обезвреживающих средств и стандарта безопасности труда "Обеспечение работников смывающими и (или) обезвреживающими средствами"

28. Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы: санитарно-эпидемиологические правила и нормативы СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03: утверждены Главным государственным санитарным врачом Российской Федерации 13 июня 2003 г. № 118 г. Москва.

29. ГОСТ 12.1.002–84. Электрические поля промышленной частоты. Допустимые уровни и требования к проведению контроля на рабочем мест. – введ. 01.01.1986.- М.: Стандартинформ, 2009. – 7 с.

30. Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03. Утвержденный постановлением Правительства Российской Федерации от 24 июля 2000 г. Москва.

31. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки: санитарные нормы СН 2.2.4/2.1.8.562-96 утверждены Постановлением Госкомсанэпиднадзора России 31 октября 1996 г. № 36. Москва.

32. Производственная вибрация, вибрация в помещениях жилых и общественных зданий: санитарные нормы СН 2.2.4/2.1.8.566-96: утверждены Постановлением Госкомсанэпиднадзора России от 31 октября 1996 г. № 40. Москва.

33. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений: санитарно-эпидемиологические правила и нормативы СанПиН 2.2.4.548-96: утверждены Постановлением Госкомсанэпиднадзора России от 1 октября 1996 г., № 21. Москва.

34. Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны: гигиенические нормативы ГН 2.2.5.1313-03: утверждены главным государственным санитарным врачом РФ 27.04.2003. Москва.

35. Гигиенические требования к аэроионному составу воздуха производственных и общественных помещений: санитарно-эпидемиологические правила и нормативы СанПиН 2.2.4.1294-03: утверждены Главным государственным санитарным врачом Российской Федерации 18 апреля 2003г. Москва.

36. Правила по охране труда при эксплуатации электроустановок; приказ Минтруда России от 24.07.2013 N 328н, зарегистрировано в Минюсте России 12.12.2013 N 30593.

37. Приказ МЧС РФ от 18 июня 2003г.N313 «Об утверждении Правил пожарной безопасности в Российской Федерации (ППБ 01-03)».

38. Федеральный закон от 23 февраля 2013 г. N 15-ФЗ "Об охране здоровья граждан от воздействия окружающего табачного дыма и последствий потребления табака"

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Compounding of components of high-octane gasolines

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2КМ61	Солопова Анастасия Александровна		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Долганов Игорь Михайлович	к.т.н		

Консультант-лингвист Отделения иностранных языков ШБИП

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Сыскина Анна Александровна	к.ф.н.		

Blending of commercial gasoline

Blending of gasoline is a complex multi-stage process, which is very labor-intensive in terms of optimization, as it has the following distinctive features:

- knock resistance is not an additive property;
- feedstock flow coming for mixing does not have the composition stability, and as a result, it is necessary to monitor the formula regularly and correct it on time;
- there is not always enough feedstock to blend.

Despite the variety of processes in the modern refinery, not a single flow meets all the requirements for gasoline. Thus, the final stage in the production of gasoline is the blend of various streams into the final product.

The following components are involved in the blending process:

- basic - these are the carriers of the basic properties (characteristics) of the produced gasoline;
- additives and improvers - are used to improve the basic operation property of gasoline.

The most important indicators in the development of commercial gasoline formulas are octane number, saturated vapor pressure, as well as the presence of such components as olefins, sulfur, benzene and aromatic hydrocarbons.

While producing high-octane gasoline, formulations are developed separately for each batch. This is due to the presence and features of available components and the requirements for the finished product.

The main operation properties of gasoline

The most important operation properties of gasoline are the octane number, saturated vapor pressure, volatility and tendency to deposit formation.

The Octane number

The octane number is a measure of the knocking resistance of gasoline, that is, the ability of gasoline to resist auto-ignition during compression in a combustion chamber.

There are two types of octane numbers: research octane number (RON) and motor octane number (MON). The determination (testing) of the octane number of fuel is carried out at a booth simulating the operation of a single-cylinder internal combustion engine. Knocking resistance is not a constant parameter, it depends on the measurement conditions. Two variants are used: soft (the crankshaft speed is 600 rpm, the temperature is 52 ° C, ignition timing is 13 degrees) and stiff (the crankshaft speed is 900 rpm, the temperature is 149 ° C, variable ignition timing).

The research octane number is estimated according to SSS 8226-82 and indicates gasoline performance under low-speed conditions and moderate loads. The motor octane number is determined by SSS 511-82 and shows gasoline performance at high speed and high loads, with partial operation of the throttle.

The research octane number for gasoline is always greater than the motor octane number. The difference between these numbers indicates the sensitivity of gasoline to changes in operating conditions. The more the difference, the more sensitive the gasoline is. However, it should be remembered that octane numbers are measured in a single-cylinder laboratory engine, so they do not fully predict the gasoline performance in multi-cylinder engines.

Saturated vapor pressure

As for gasoline, saturated vapor pressure is the most important characteristic when starting the engine cold. If the saturated vapor pressure is low, there can be problems when starting the engine, and at extremely low saturated vapor pressure the engine may not start at all. Increased saturated vapor pressure can lead to the steam jams in the fuel system of the car.

According to the Technical Regulations, the saturated vapor pressure of gasoline in summer should be 45-80 kPa, in winter - 50-100 kPa. Almost all the basic components of gasoline are characterized by a lower saturated steam pressure; it is achieved up to the norm by adding n-butane or isobutene.

Evaporation

Evaporation characterizes the ability of the fuel to form a vapor phase above the surface of the liquid and to transfer steam into the environment.

The evaporation rate depends on the operation temperature and the physicochemical properties of gasoline. The gasoline evaporation effects on how easy the engine starts, the duration of warm-up, as well as the stability of the engine. The evaporation also affects the completeness of combustion and the effectiveness of the gasoline usage. At the same time the loss of gasoline during storage depends on the evaporation.

Components of automotive gasoline, their production and properties

The gasoline fractions (naphtha fractions) obtained from the atmospheric vacuum distillation unit have an octane number of about 60 units. In order to raise the octane number of fuel up to the level of 92 to 98 units, a number of technological processes are carried out at the refinery: isomerization, reforming, cracking and alkylation processes.

As feedstock for the isomerization unit, a light straight-run naphtha fraction (C5-C6) is used. Depending on the technology used, the process takes place at the temperature of 180 to 410 ° C in the presence of a platinum-containing catalyst. Isomerizate has the octane number of more than 90 units. It is sent to the compounding plant to produce commercial fuel. Since isoparaffins have sufficiently high antiknock characteristics, they are often used as blending fuel (high-octane fuel component).

The characteristic of paraffins is to resolve and oxidize easily in the presence of air under the influence of high temperature and pressure. This leads to the formation of peroxides, which contribute to the fuel knocking.

Isoparaffins have a higher resistance. They do not have time to form peroxides, they dissociate very slowly and burn. This delays the decomposition of normal paraffins.

Heavy gasoline fraction (naphtha fraction) from the atmospheric vacuum distillation unit is sent to the reformer. The increase of the octane number is due to the conversion of arenes and naphthenes to aromatic hydrocarbons. The process takes place in the presence of an aluminum-platinum-rhenium catalyst at a temperature of 500-530 ° C.

Feedstock passes through 3 - 4 reactors, in which conditions for the specific reaction are created. As a by-product, hydrogen is obtained, which is needed for hydrotreating and hydrocracking units. Riformat has a very high octane number (100 and higher according to the research method) and is a valuable component of gasoline.

However, aromatic hydrocarbons contribute to the formation of carbon deposits in the engine, so their content in the finished fuel should not exceed 35%. The maintenance of benzene in gasoline is also regulated as it is poisonous, and during combustion forms even more dangerous substances for health.

During the cracking reaction, a lot of gaseous hydrocarbons are formed, while the maximum efficiency of the refinery is reached with the maximum gasoline output. For the conversion of light hydrocarbons (C3-C4) into a gasoline component, an alkylation unit is used. The reaction catalyst is sulfuric or hydrofluoric acid. The process runs at a lower temperature (0-10 ° C for sulfuric acid alkylation and 25-30 ° C for hydrofluoric alkylation). The octane number of the product obtained is about 95 units

In the composition of alkylate, a significant proportion is isooctane (2,2,4-trimethylpentane), the octane number of which is 100, regardless of the method of determination (research or motor). This useful characteristic is used to reduce the difference between RON and MON of produced gasoline, which increases its consumer properties.

As a high-octane component of gasoline, methyl tert-butyl ether (MTBE) is also used. Its research octane number is 117 units, and the octane mixing number can reach 135 units. Thanks to such great figures, an increase in the octane number of gasoline can be achieved by a small addition of MTBE. It is also low-toxic and

contributes to a more complete combustion of fuel due to the oxygen content. Thus aromatic hydrocarbons have the greatest detonation resistance, and standard paraffins have the least. The rest hydrocarbons, which are part of automotive gasoline, occupy an intermediate position. To obtain gasoline with different detonation resistance, it is necessary to vary the hydrocarbon composition.

Additives and improvers

Additives and improvers are petrol-dissolving chemicals added to gasoline to improve any characteristics or to provide characteristics which are not common for gasoline.

Oxidation inhibitors

To prevent the decomposition of TPP and resin formation, oxidation additives are added into gasoline. To eliminate the effects of carbon formation, in some cases special additives to gasoline, which are organic compounds of phosphorus, such as tricresol phosphate, tributyl phosphate and alkyl boric acids and their ethers, are used.

The principle of these additives in ethyl gasoline is in the formation of lead phosphorus and lead compounds, reducing its flash point, which stops the smoldering of heated particles.

Oxidation inhibitors are needed for almost all types of gasoline, but especially for those which contain large amounts of olefins. Peroxides can make the anti-knock properties worse, cause the wear of the fuel pump and destroy the fuel system parts. Soluble resins can lead to deposits in the engine, and insoluble can plug fuel filters.

Corrosion inhibitors

Corrosion inhibitors are carboxylic acids and carboxylates. Corrosion inhibitors help to prevent the formation of free water in gasoline, which causes rust and corrosion.

Metal deactivators

Metal deactivators are chelating agents, that is, chemical compounds that capture specific metal ions. More active metals, such as copper and zinc, effectively catalyze the oxidation of gasoline, and metal deactivators inhibit their catalytic activity.

Detergent additives

Detergent additives are used to prevent the formation and removal of deposits which have already been formed in the engine intake system. Detergent-dispersant additives also help to reduce the formation of deposits.

Demulsifies

Demulsifiers are polyglycol derivatives. Emulsion is a stable mixture of two mutually insoluble substances. Emulsion of gasoline with water can be formed when gasoline passes through the high-speed field of a centrifugal pump, if gasoline contains free water. Demulsifiers improve the water-separating characteristics of gasoline, preventing the formation of stable emulsions.

Anti-knock additives

Anti-knock compounds increase the antiknock properties of gasoline. Since only a small amount of additive is required, the use of antiknock additives is a cheaper method of increasing the octane number than changing the chemical composition of gasoline.

Anti-icing additives

Anti-icing additives are surfactants, alcohols and glycols. They prevent ice formation in fuel systems.

Dyes and markers

Dyes are used for visual identification of batches, varieties or purposes of gasoline products. For example, gasoline for general aviation, which is manufactured according to unique strict requirements, is painted in blue, to distinguish it from crankcase gasoline.

The fuel tagging is made by using substances that do not stain gasoline and do not interfere with standard dyes, while easily extracted with a suitable solvent, in which they have distinct colors. At the same time the concentration of these

substances is small and they do not affect the physic-chemical and operational properties of fuels.

Antistatic additives

Antistatic additives are high molecular weight polymers that improve the fluid flow characteristics of low viscosity petroleum products. Antistatic additives are used to reduce the duration of discharging and filling up tanks with automotive gasoline by increasing the speed of these processes.

Multifunctional additives

Multifunctional additives are the combination of components that have various purposes. Addition of such additives during the automotive gasoline manufacture provides the necessary anti-icing, antirust, detergent properties, and also increases their chemical stability.

Multifunctional additive includes substances that have detergent, antirust, oxidation, demulsifying characteristics, as well as an oil support. The mineral oil or synthetic liquid are usually used as an oil carrier.

The process of making gasoline becomes more complicated by the non-linearity of the additives effect on the octane number of the mixture. For example, pure ethanol in small doses is rather useful for increasing the octane number, but when it becomes more than 5% in the mixture, the positive effect is noticeably reduced.

Componentsinterference

Since molecules and atoms influence each other, the properties of individual components in a mixture with other hydrocarbons differ from their properties in a free state. Thus the octane numbers do not obey the additivity rules, that is, the octane number of compounds does not correspond to the average, calculated taking into account the inclusion volume fraction of the components. For this reason, the so-called octane mixing numbers are used for calculations.

The binding energy between the molecules connected to each other depends on their kind and nature. The orientation interaction has the most significant effect. This interaction appears in substances consisting of dipoles.

Electric charges in the hydrocarbon molecules of the gasoline fraction (naphtha fraction) are distributed irregularly. The predominance of positive or negative charges in a certain part of the molecule is possible. The dipole moment is the numerical expression for the polarization of molecules. Certain relative position of the molecules concerning each other, are more stable in comparison with others. This is due to the presence of a dipole in the molecule. Aromatic hydrocarbons have the greatest polarity. This means that non-additivity of octane numbers, when mixing with petroleum fractions, containing a significant amount of aromatic hydrocarbons, is explained by a change in the configuration of the molecules. The structural shape and size of the molecules have direct effect on the octane number.

The regularity of the deviation of octane mixing numbers depending on the concentration of hydrocarbons which are more apt to intermolecular interaction - formulas (1, 2):

$$B = \frac{1}{100} \sum_{i=1}^{n-1} \sum_{j=2}^n B_i B_j C_i C_j \quad (1);$$

$$B_i = \alpha \left(\frac{D_i}{D_{max}} \right)^n \quad (2),$$

where C_i is the concentration of hydrocarbons in the mixture; α and n are the kinetic parameters that determine the dependence of the intensity of intermolecular interactions on the dipole moment D ; B_i , B_j are the quantities characterizing the propensity of the “ i ” molecule to the intermolecular interaction with the “ j ” molecule; D_{max} is the maximum dipole moment of hydrocarbon molecules.

The formula for calculating the octane number of the mixture (3):

$$ON_{mixture} = \sum_{i=1}^n (ON_i \cdot C_i) + C_i \cdot B \quad (3),$$

where the $ON_{mixture}$ is the octane number of gasoline blending.

Computer simulation system Compounding allows predicting gasoline octane numbers taking into account the intermolecular interactions of hydrocarbons, unlike commercial packages such as Blend Ratio Control, Aspen PIMS, Refinery and Petrochemical Modeling System, Blend Optimization and Supervisory System, which do not take into account the non-additivity of octane mixing numbers .

These programs are not widely adopted and their usage has difficulties in a number of cases because the calculations use conditional mixing characteristics, it leads to considerable errors.

Requirements for the automotive gasoline characteristics

To improve the consumer and environmental properties of fuel, standards and regulations establishing strict requirements for a number of parameters have been developed.

At the moment, the technical requirements for unleaded gasoline are set by the following documents: State Standard Specification (SSS) R 51866-2002 "Motor fuels. Unleaded gasoline. Technical Requirements". They set requirements for the volatility classes, additives and methods of gasoline testing and the Technical Regulations of the Customs Union TR CU 013/2011 "About the requirements for automotive, aviation gasoline, diesel and bunker fuel, jet fuel and fuel oil". According to this requirement gasoline produced in factories must satisfy such environmental requirements as sulfur, benzene, aromatic compounds, olefins content.

In Russia, the following grades of gasoline are produced:

- Normal (AI-80);
- Regular (AI-92);
- Premium (AI-95);

–Super (AI-98).

Chart 1– Requirements for the characteristics of automotive gasoline according to the Technical Regulations of the Customs Union

Characteristics	Measurement units	Norms according to class			
		2	3	4	5
Mass fraction of sulfur, no more than	mg/kg	500	150	50	10
Inclusion of benzene volume fraction , not more than	% wt.	5	1		
Concentration of iron, no more than	mg/dm3	Absence			
Concentration of manganese, no more than	mg/dm3	Absence			
Concentration of lead, not more than	mg/dm3	Absence			
Mass fraction of oxygen, no more than	% wt.	—	2.7		
Inclusion of hydrocarbons volume fraction , no more than:	% wt.				
Aromatic		—	42	35	
Olefin		—	18		
Vapor pressure, not more than:	kPa				
In summer		—	45-80		
In winter		—	50-100		
Volume fraction of oxygenates, no more:	% wt.				
Methanol		—	Absence		
Ethanol		—	5		
Isopropanol		—	10		
Isobutanol		—	10		
Tretbutanol		—	7		
Ethers, containing 5 or more carbon atoms in a molecule		—	15		
Other oxygenates (with boiling temperature no more than 210 degrees Celsius)		—	10		
Volume fraction of monomethylaniline, no more than	% wt.	1.3	1	1	0

Chart 2 – Requirements for the characteristics of automotive gasoline according to State Standard Specification

Characteristic Name	Meaning
1 Octane number, not less than:	
research octane number	95.00
motor octane number	85.00
2 Concentration of lead, mg/dm ³ , not more than	Absence
3 Density at 15 °C, kg/m ³	720-775
4 Concentration of sulfur, mg/kg, not more than	
Type I	150
Type II	50
Type III	10
5 Resistance to oxidation, min, not less than	360
6 Concentration of resins washed with a solvent, mg per 100 cm ³ of gasoline, no more than 5	5
7 Corrosion of a copper plate (3 h at 50 °C), units on a scale	Class 1
8 External view	Clear and clean
9 Volumetric fraction of hydrocarbons,%, not more than:	
Olefinic	18
Aromatic	
Type I	42
Type II	35
Type III	35
10 Volume fraction of benzene,%, not more than	1.0
11 Mass fraction of oxygen,%, not more than	2.7
12 Volume fraction of oxygenates,%, not more than:	
Methanol	Absence
Ethanol	5
isopropyl alcohol	10
isobutyl alcohol	10
tert-butyl alcohol	7
ethers (C5 and above)	15
other oxygenates	10
13 Volume fraction of monomethylaniline (N-methylaniline),%, not more than:	
Type I and II	1.0
Type III	Absence

The necessity to follow the environmental standards is due to the negative impact of toxic compounds that make up automotive gasoline (such as benzene, sulfur, etc.), as well as those contained in their combustion products (carbon monoxide, nitrogen oxides, aldehydes, etc.).

If the potential harmful effect is very high, then the use of the substance is prohibited, if it is moderate, then the upper limit of this substance content in the finished fuel is limited. For example, it is very easy to raise the octane number by adding tetraethyl lead, but modern technical regulations prohibit the presence of poisonous lead compounds in the fuel.

The use of methyl alcohol is also prohibited because of the toxic effect. Additives based on manganese and iron are effective and not expensive, but they quickly destroy the spark plugs. Benzene has high octane number, but its vapors are poisonous, so the benzene content in gasoline should not be higher than 1%

Thus, automotive gasoline should combine high consumer properties and at the same time meet the requirements of environmental standards. These factors significantly complicate the problem of high-octane gasoline production.

Blending technology

At the present moment there are the following methods of commercial gasoline compounding:

- circulation – blending tanks are used for gasoline production;
- gasoline production in apparatus equipped with mixing devices;
- blending inside pipes.

The circulation method of blending is the most frequent for the compounding production of commercial gasoline

A functional scheme of circulation blender is shown in Fig. 1.

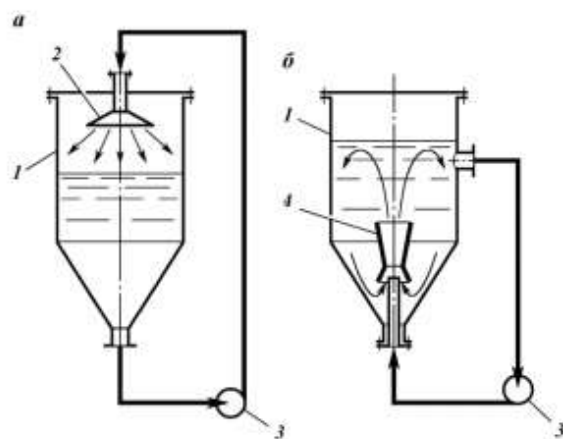


Figure 1. Schemes of circulation blenders

a) blending tank with circulation pump

b) blending tank with circulation pump and ejector

1 – reservoir; 2 – spray; 3 – circulation pump; 4 – ejector

The production of commercial gasoline with the aid of a circulation blender is as follows:

- the components involved in the mixing process come from process units to the tanks in the park, where the quality of these products is analyzed;
- then the recipe for the preparation of gasoline is calculated, from which the flow rate of each stream involved in the blending is determined;
- then the feedstock is supplied in the required quantities to the blending tank;
- the product prepared inside the tank is repeatedly circulated by means of a pump until the composition of the mixture is homogeneous;
- then the quality of the gasoline is analyzed.

An approximate scheme of commercial gasoline compounding is shown in Figure 2.

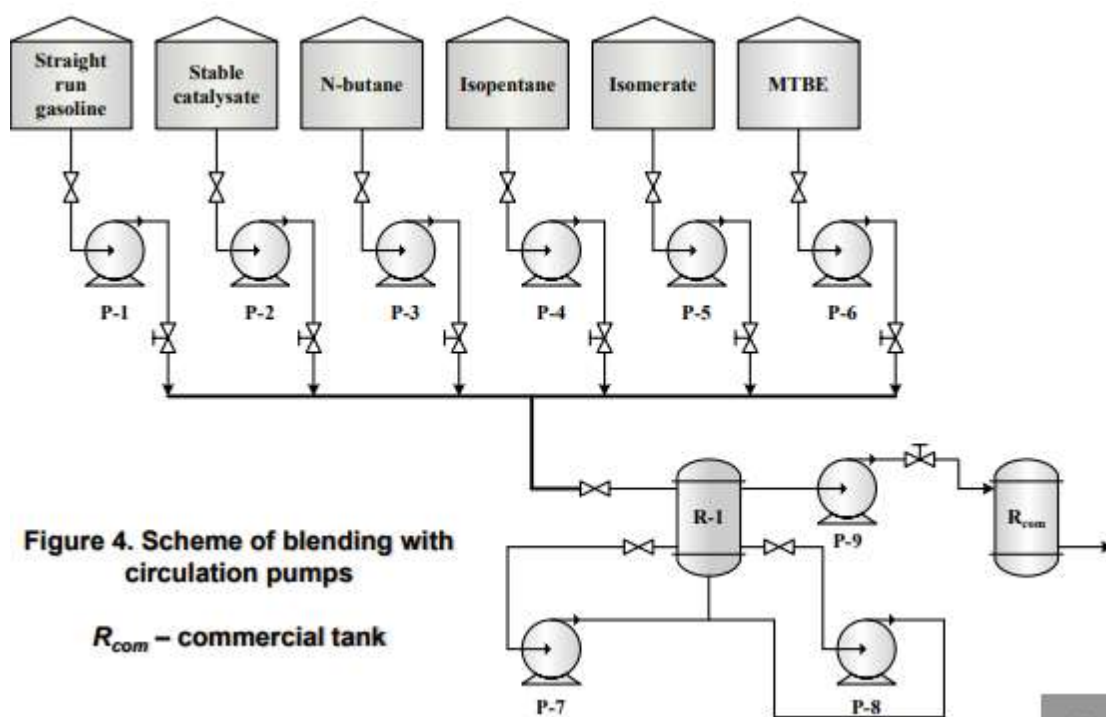


Figure 2. Technology of blending with circulation pumps

The feed streams enter the reservoir R-1 through the pumps, where they are blended.

The optimal circulation time for the preparation of commercial gasoline is three hours.

When preparing, the order of injection of components into the tank is observed. The components are mixed in order of decreasing density.

When the circulation is complete, the product is settled for two hours, which ensures the removal of water and mechanical impurities from the gasoline.

Then the finished products are tested for quality.

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Марка	Показатель	1-8 ноября	9-11 ноября			12-30 ноября		
				Повышение содержания			Повышение содержания бензола	
		Исходная рецептура	Исходная рецептура		Корректировка рецептуры	Исходная рецептура		Корректировка рецептуры
Нормаль - 80	ОЧИ	75,8	76,5	-	-	77,4	77,4	77,3
	ДНП потока	53,6	58,9	-	-	68,9	68,9	72,9
	Олефины, %мас	10,0	0,5	-	-	0,4	0,4	0,4
	Бензол, %мас	1,0	1,0	-	-	1,0	1,1	1,0
	Ароматика, %мас	20,0	28,9	-	-	16,4	16,4	15,6
	Сера, %мас	0,0	0,0	-	-	0,0	0,0	0,0
	Себестоимость,руб/т	15807,0	17052,1	-	-	18294,5	18294,5	18295,2
	ОЧ по потокам	81,7	80,3	-	-	80,4	80,4	80,3
Регуляр - 92	ОЧИ	93,1	92,4	92,4	92,8	89,8	89,8	89,1
	ДНП потока	78,7	81,6	81,6	90,4	81,2	81,2	114,7
	Олефины, %мас	12,9	10,5	10,5	7,8	7,4	7,4	7,3
	Бензол, %мас	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,2	1,0
	Ароматика, %мас	33,0	32,5	32,5	30,4	35,2	35,2	28,3
	Сера, %мас	0,0004	0,0003	0,0014	0,0010	0,0010	0,0010	0,0010
	Себестоимость,руб/т	18133,9	18682,5	18682,5	19367,8	18966,3	18964,4	18971,5
	ОЧ по потокам	93,1	93,0	93,0	92,9	93,1	93,1	92,4
Премиум - 95	ОЧИ	97,1	96,0	96,0	-	95,6	95,6	95,3
	ДНП потока	87,5	82,2	82,2	-	74,3	74,3	83,6
	Олефины, %мас	0,6	7,0	7,0	-	0,5	0,5	0,4
	Бензол, %мас	1,0	1,0	1,0	-	1,0	1,2	1,0
	Ароматика, %мас	38,4	36,9	36,9	-	34,7	34,7	29,8
	Сера, %мас	0,0000	0,0002	0,0009	-	0,0000	0,0000	0,0000
	Себестоимость,руб/т	21730,9	20730,4	20730,4	-	21644,4	21644,4	22064,9
	ОЧ по потокам	95,1	96,1	96,1	-	95,5	95,5	95,1
Супер - 98	ОЧИ	-	99,3	-	-	98,1	98,1	97,8
	ДНП потока	-	86,8	-	-	91,7	91,7	99,5
	Олефины, %мас	-	0,4	-	-	0,6	0,6	0,4
	Бензол, %мас	-	1,0	-	-	1,0	1,3	1,0
	Ароматика, %мас	-	39,7	-	-	39,0	39,0	33,4
	Сера, %мас	-	0,0000	-	-	0,0000	0,0000	0,0000
	Себестоимость,руб/т	-	24216,2	-	-	22137,0	22137,0	22652,2
	ОЧ по потокам	-	98,9	-	-	98,4	98,4	98,1

ПРИЛОЖЕНИЕ В

Таблица 1

Марка	Поток	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
АИ-80	Смесь бенз.крекин.											187,4	187,4								
	Смесь бенз.газовых											32,2	32,2								
	Смесь бенз.35-11-600											40,4	40,4								
АИ-92	Бенз.кат.кр.с.300 кт	857,1	857,1	857,1	857,1	857,1	857,1	857,1	857,1	857,1	857,1	857,1									
	Бензин ГОБKK	1 235,5	1 235,5	1 235,5	1 235,5	1 235,5	1 235,5	1 235,5	1 235,5	1 235,5	1 235,5	1 235,5									
	Алкилат 25/12	453,3	453,3	453,3	453,3	453,3	453,3	453,3	453,3	453,3	453,3	453,3									
	Смесь бенз.35-11-600	840,4	840,4	840,4	840,4	840,4	840,4	840,4	840,4	840,4	840,4	840,4									
	Смесь изопентана	621,1	621,1	621,1	621,1	621,1	621,1	621,1	621,1	621,1	621,1	621,1									
	Смесь бенз.риформ.	177,9	177,9	177,9	177,9	177,9	177,9	177,9	177,9	177,9	177,9	177,9									
АИ-95	Алкилат 25/12											1 132,3	1 132,3	1 132,3	1 132,3	1 132,3	1 132,3	1 132,3	1 132,3	1 132,3	1 132,3
	Смесь бенз.крекин.											1 461,3	1 461,3	1 461,3	1 461,3	1 461,3	1 461,3	1 461,3	1 461,3	1 461,3	1 461,3
	Смесь бенз.35-11-600											419,6	419,6	419,6	419,6	419,6	419,6	419,6	419,6	419,6	419,6
	Смесь изопентана											886,7	886,7	886,7	886,7	886,7	886,7	886,7	886,7	886,7	886,7
	Смесь бенз.риформ.											1 216,7	1 216,7	1 216,7	1 216,7	1 216,7	1 216,7	1 216,7	1 216,7	1 216,7	1 216,7
АИ-98	Мтбэ	78,9	78,9	78,9	78,9	78,9															
	Толуол концентрат	10,3	10,3	10,3	10,3	10,3															
	Бутан нормальный	77,1	77,1	77,1	77,1	77,1															
	Алкилат 25/12	238,4	238,4	238,4	238,4	238,4															
	Смесь бенз.крекин.	244,5	244,5	244,5	244,5	244,5															
	Смесь изопентана	75,1	75,1	75,1	75,1	75,1															
	Смесь бенз.риформ.	403,0	403,0	403,0	403,0	403,0															

Таблица 2

Марка	Поток	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
АИ-80	Смесь бенз.крекин.																				374,8
	Смесь бенз.газовых																				64,4
	Смесь бенз.35-11-600																				80,8
АИ-92	Бенз.кат.кр.с.300 кт	857,1	857,1	857,1	857,1	857,1	857,1	857,1	857,1	857,1	857,1	857,1									
	Бензин ГОБKK	1 235,5	1 235,5	1 235,5	1 235,5	1 235,5	1 235,5	1 235,5	1 235,5	1 235,5	1 235,5	1 235,5									
	Алкилат 25/12	453,3	453,3	453,3	453,3	453,3	453,3	453,3	453,3	453,3	453,3	453,3									
	Смесь бенз.35-11-600	840,4	840,4	840,4	840,4	840,4	840,4	840,4	840,4	840,4	840,4	840,4									
	Смесь изопентана	621,1	621,1	621,1	621,1	621,1	621,1	621,1	621,1	621,1	621,1	621,1									
	Смесь бенз.риформ.	177,9	177,9	177,9	177,9	177,9	177,9	177,9	177,9	177,9	177,9	177,9									
АИ-95	Алкилат 25/12											1 132,3	1 132,3	1 132,3	1 132,3	1 132,3	1 132,3	1 132,3	1 132,3	1 132,3	1 132,3
	Смесь бенз.крекин.											1 461,3	1 461,3	1 461,3	1 461,3	1 461,3	1 461,3	1 461,3	1 461,3	1 461,3	1 461,3
	Смесь бенз.35-11-600											419,6	419,6	419,6	419,6	419,6	419,6	419,6	419,6	419,6	419,6
	Смесь изопентана											886,7	886,7	886,7	886,7	886,7	886,7	886,7	886,7	886,7	886,7
	Смесь бенз.риформ.											1 216,7	1 216,7	1 216,7	1 216,7	1 216,7	1 216,7	1 216,7	1 216,7	1 216,7	1 216,7
АИ-98	Мтбэ														394,6						
	Толуол концентрат														51,3						
	Бутан нормальный														385,6						
	Алкилат 25/12														1 192,2						
	Смесь бенз.крекин.														1 222,7						
	Смесь изопентана														375,4						
	Смесь бенз.риформ.														2 015,2						

Таблица 3

Марка	Поток	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
АИ-80	Смесь бенз.крекин.	374,8																			
	Смесь бенз.газовых	64,4																			
	Смесь бенз.35-11-600	80,8																			
АИ-92	Бенз.кат.кр.с.300 кг		942,8	942,8	942,8	942,8	942,8	942,8	942,8	942,8	942,8	942,8									
	Бензин ГОБKK		1 359,0	1 359,0	1 359,0	1 359,0	1 359,0	1 359,0	1 359,0	1 359,0	1 359,0	1 359,0									
	Алкилат 25/12		498,6	498,6	498,6	498,6	498,6	498,6	498,6	498,6	498,6	498,6									
	Смесь бенз.35-11-600		924,4	924,4	924,4	924,4	924,4	924,4	924,4	924,4	924,4	924,4									
	Смесь изопентана		683,2	683,2	683,2	683,2	683,2	683,2	683,2	683,2	683,2	683,2									
	Смесь бенз.риформ.		195,7	195,7	195,7	195,7	195,7	195,7	195,7	195,7	195,7	195,7									
АИ-95	Алкилат 25/12												1 258,1	1 258,1	1 258,1	1 258,1	1 258,1	1 258,1	1 258,1	1 258,1	1 258,1
	Смесь бенз.крекин.												1 623,6	1 623,6	1 623,6	1 623,6	1 623,6	1 623,6	1 623,6	1 623,6	1 623,6
	Смесь бенз.35-11-600												466,2	466,2	466,2	466,2	466,2	466,2	466,2	466,2	466,2
	Смесь изопентана												985,2	985,2	985,2	985,2	985,2	985,2	985,2	985,2	985,2
	Смесь бенз.риформ.												1 351,9	1 351,9	1 351,9	1 351,9	1 351,9	1 351,9	1 351,9	1 351,9	1 351,9
АИ-98	Мтбэ											394,6									
	Толуол концентрат											51,3									
	Бутан нормальный											385,6									
	Алкилат 25/12											1 192,2									
	Смесь бенз.крекин.											1 222,7									
	Смесь изопентана											375,4									
	Смесь бенз.риформ.											2 015,2									

ПРИЛОЖЕНИЕ Г

SWOT-анализ

	Сильные стороны проекта: 1. Возможность оптимизации неотъемлемой части НПЗ – процесса компаундирования. 2. Повышение качества выпускаемых нефтепродуктов и эффективности переработки нефти. 3. Отсутствие аналогичных математических моделей по процессу. 4. Учет межмолекулярных взаимодействий. 5. Наличие бюджетного финансирования.	Слабые стороны проекта: 1. Ограниченность лабораторных данных с НПЗ. 2. Отсутствие экспериментальных образцов для проведения анализа.
Угрозы: 1. Создание подобной модели на рынке в более быстрые сроки. 2. Внедрение других моделей на предприятия отечественных НПЗ. 3. Отсутствие заинтересованности предприятий по внедрению инновационного проекта.	1. Продвижение новой технологии оптимизации процесса с применением математической модели. 2. Развитие конкурентной среды. 3. Введение в модель чувствительности к составу сырья	1. Разработка научного исследования 2. Повышение квалификации кадров у потребителя 3. Приобретение необходимых экспериментальных данных по составу сырья и продукта с НПЗ.
Возможности: 1. Внедрение разработанной модели на предприятия нефтепереработки для оптимизации процесса компаундирования товарных бензинов. 2. Внедрение системы в образовательную сферу в качестве компьютерного тренажера для обучения студентов. 4. Использование инновационной инфраструктуры ТПУ	1. Разработка математической модели процесса компаундирования товарных бензинов с учетом межмолекулярных взаимодействий углеводородов, вовлекаемых в процесс смешения.	1. Ограниченность экспериментальных данных с промышленной установки. 2. Повышение эффективности использования сырья на предприятии 3. Создание тренировочной версии для обучения студентов основам процесса компаундирования. 4. Отсутствие экспериментальных образцов для проведения анализа.